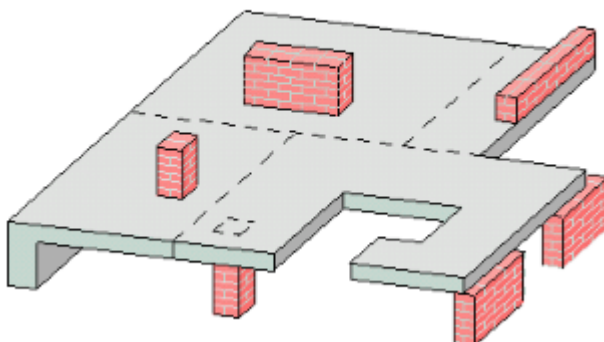


t200 - Система железобетонных плит



Программа предназначена для расчёта системы прямоугольных железобетонных плит по одному из следующих нормативных документов:

СНиП 2.03.01-84*, СП 52-101-03, СП 63.13330.2018 СНБ 5.03.01-02.

Возможно задание прямоугольных колонн и вырезов.

Нагрузки могут быть как сосредоточенными, так и распределёнными по плоскости и/или по линии.

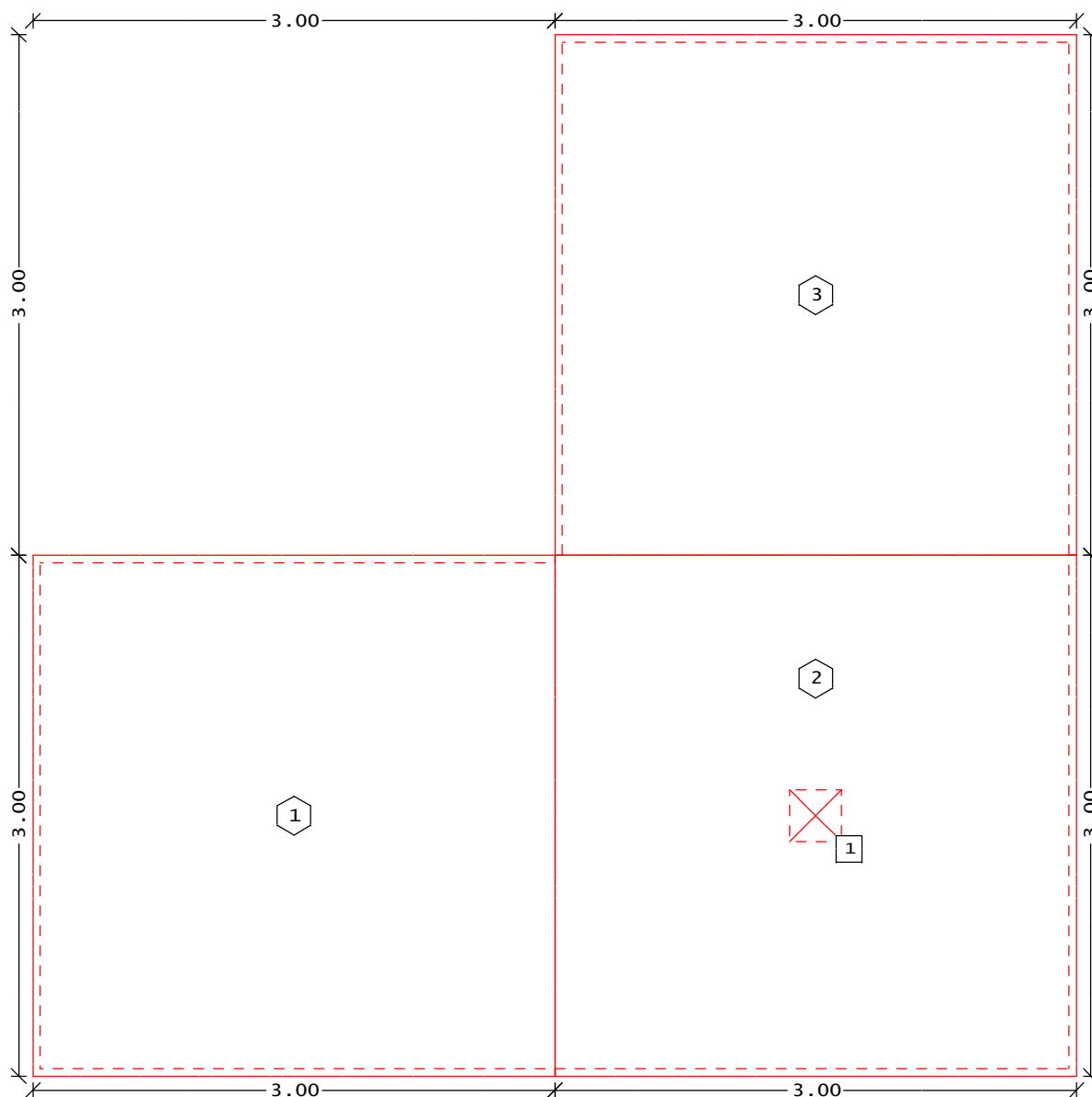
Статический расчёт проводится методом конечных элементов.

Расчётные сочетания усилий определяются согласно СП 20.13330.2016 или СНиП 2.01.07-85.

Расчёт требуемой арматуры и конструирование арматуры осуществляется по условиям прочности. Для подобранной арматуры проводится расчёт ширины раскрытия трещин и определение прогибов.

Расчетная схема

М = 1 : 40



Плиты

№	Размеры		Толщина	Координаты	
	lx [м]	ly [м]		x [м]	y [м]
1	3.00	3.00	20.0	0.00	0.00
2	3.00	3.00	20.0	3.00	0.00
3	3.00	3.00	20.0	3.00	3.00

Условия закрепления

№ плиты	Ширина опирания [см]				Закрепления сторон [-, %]			
	Н	П	В	Л	Н	П	В	Л
1	30.0	30.0	30.0	30.0	0	-1	0	0
2	30.0	30.0	30.0	30.0	0	0	-1	-1
3	30.0	30.0	30.0	30.0	-1	0	0	0

Обозначения : Н - снизу, П - справа,
В - сверху, Л - слева
Опирающие плиты : -1 - свободный край
0 - шарнирное опирание
100 - заделка

Соединения плит

Плита 1	Плита 2	Соединение
1	2	Плиты связаны, опоры нет
2	3	Плиты связаны, опоры нет

Колонны

№	lx [см]	ly [см]	x [м]	y [м]	П В М	Жёсткость
1	30.0	30.0	1.50	1.50	2 1 1	5.000e+06

x, y - координаты центра колонны, заданные
относительно вершины (В) плиты (П)

Модель колонны (М):

- 1 - упругое основание по всей площади колонны
(жёсткость в кН/м³)
- 2 - жёсткая точечная опора в центре колонны
- 3 - точечные пружины в центре колонны
(жёсткости в кН/м и кНм соответственно)

Нагружение

№	Вид	Kl	γf	Распределение по пролётам	p [кПа]	P [кН]
1	постоянная		1.10	Заданное	10.00	270.00
2	кратковременная	0.35	1.20	Неблагопр.	10.00	270.00

P - суммарная нагрузка

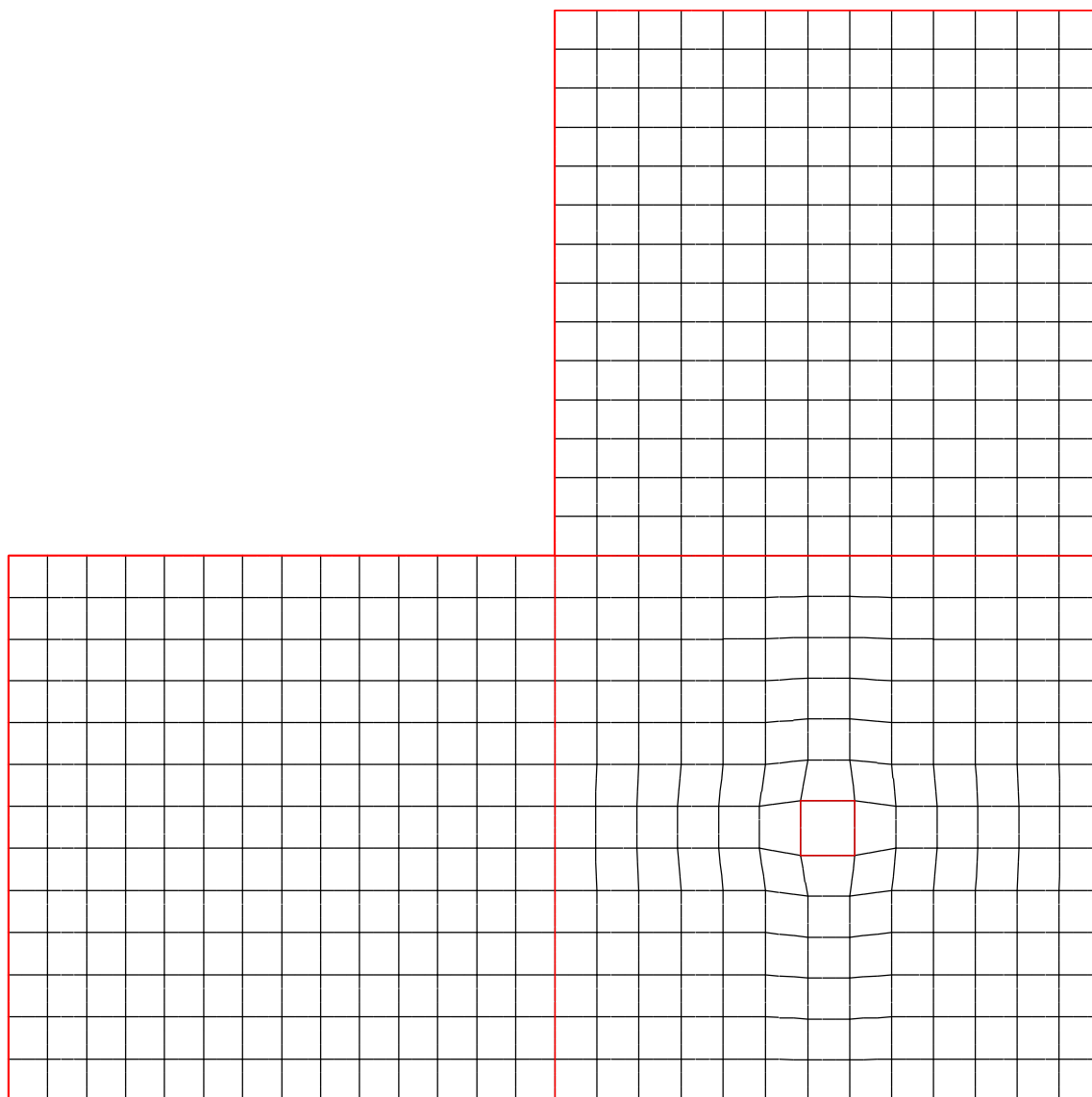
Kl - коэффициент длительной части

Внутренние усилия

по каждой нагрузке
(расчёт методом конечных элементов)

КЭ-сетка

М = 1 : 40



Характерный размер элемента сетки $l = 0.21$ м

Модуль упругости $E_b = 32500$ МПа

Коэффициент Пуассона $\nu = 0.20$

Коэффициент учета кручения 0.0

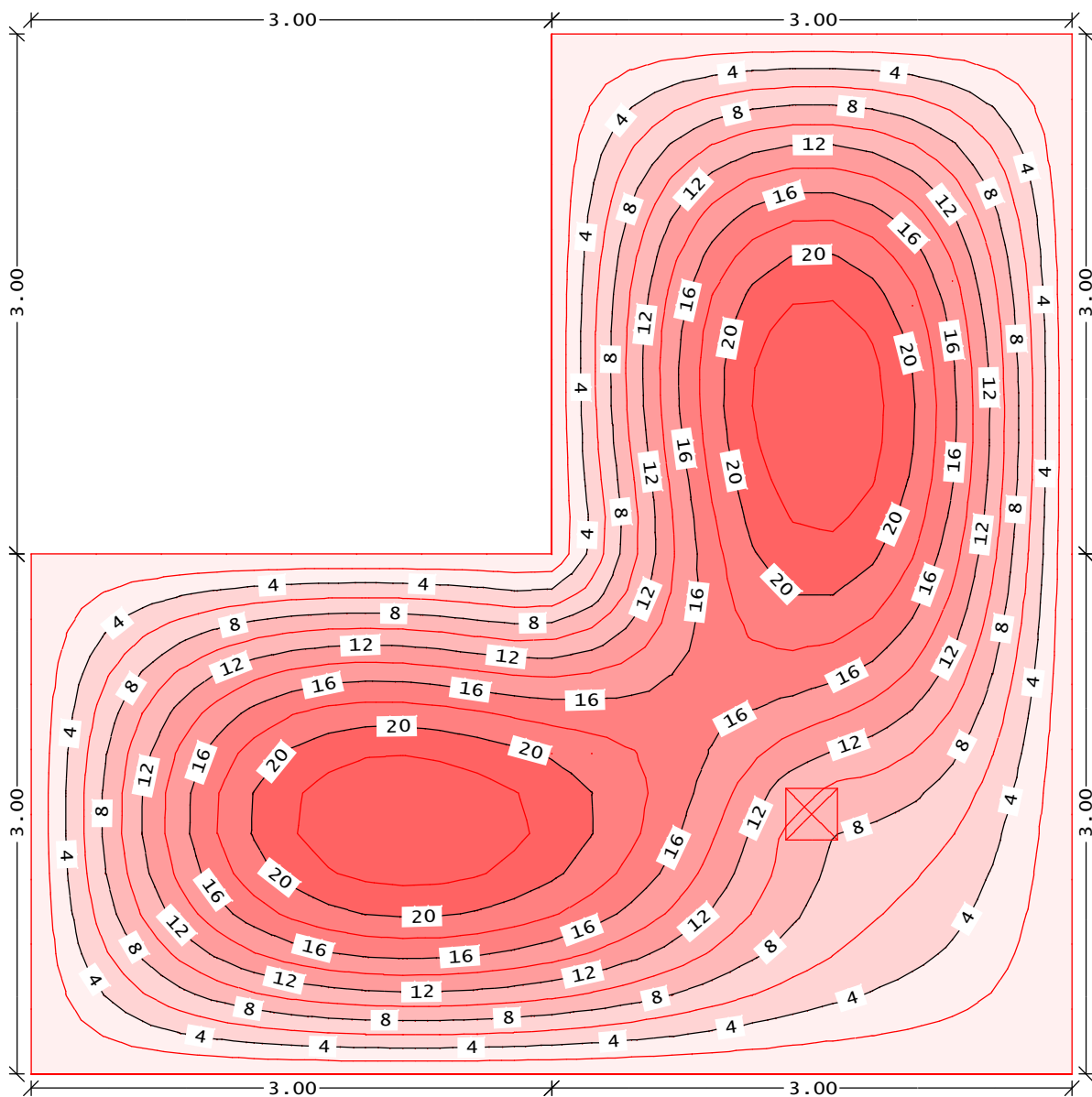
Нагрузка № 1

Перемещения

М = 1 : 40

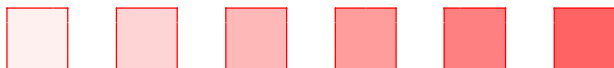
Постоянная нагрузка

[мм]



Все значения умножены на 100

0.0 4.0 8.0 12.0 16.0 20.0 23.8

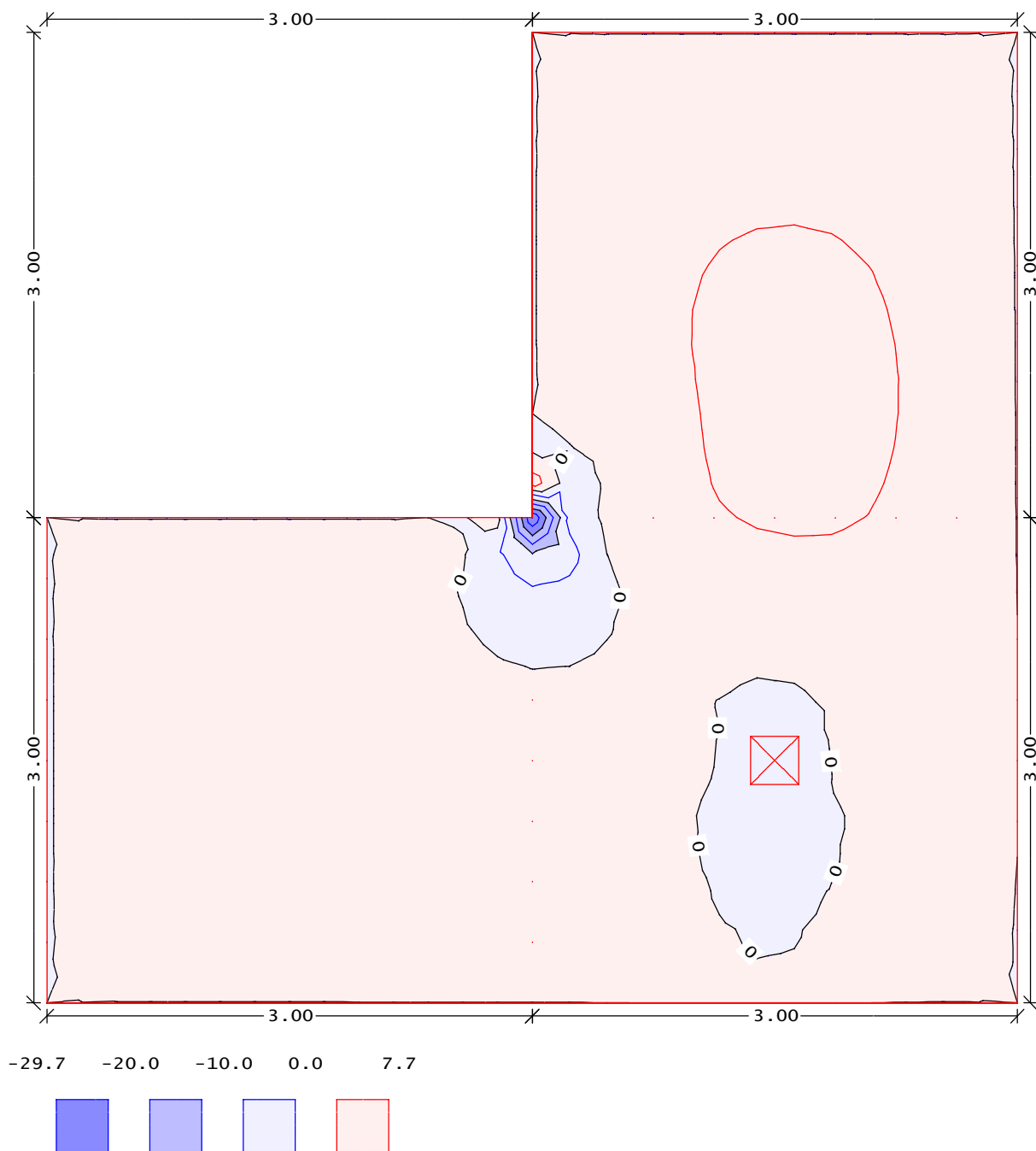


Перемещения

№ плиты	w [мм]
1	0.24
2	0.21
3	0.24

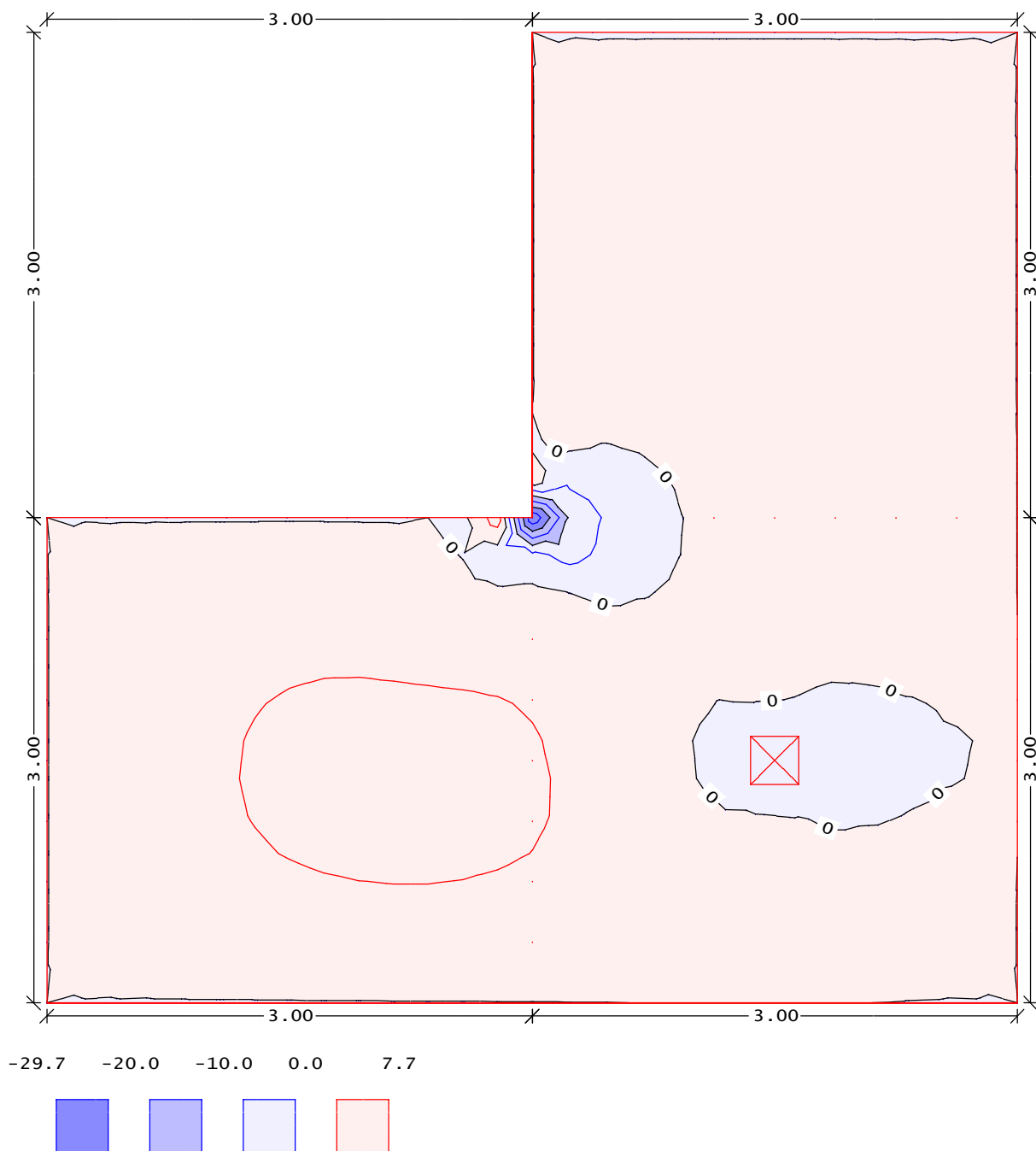
Моменты M_x
 $M = 1 : 40$

[кНм/м]



Моменты M_y
 $M = 1 : 40$

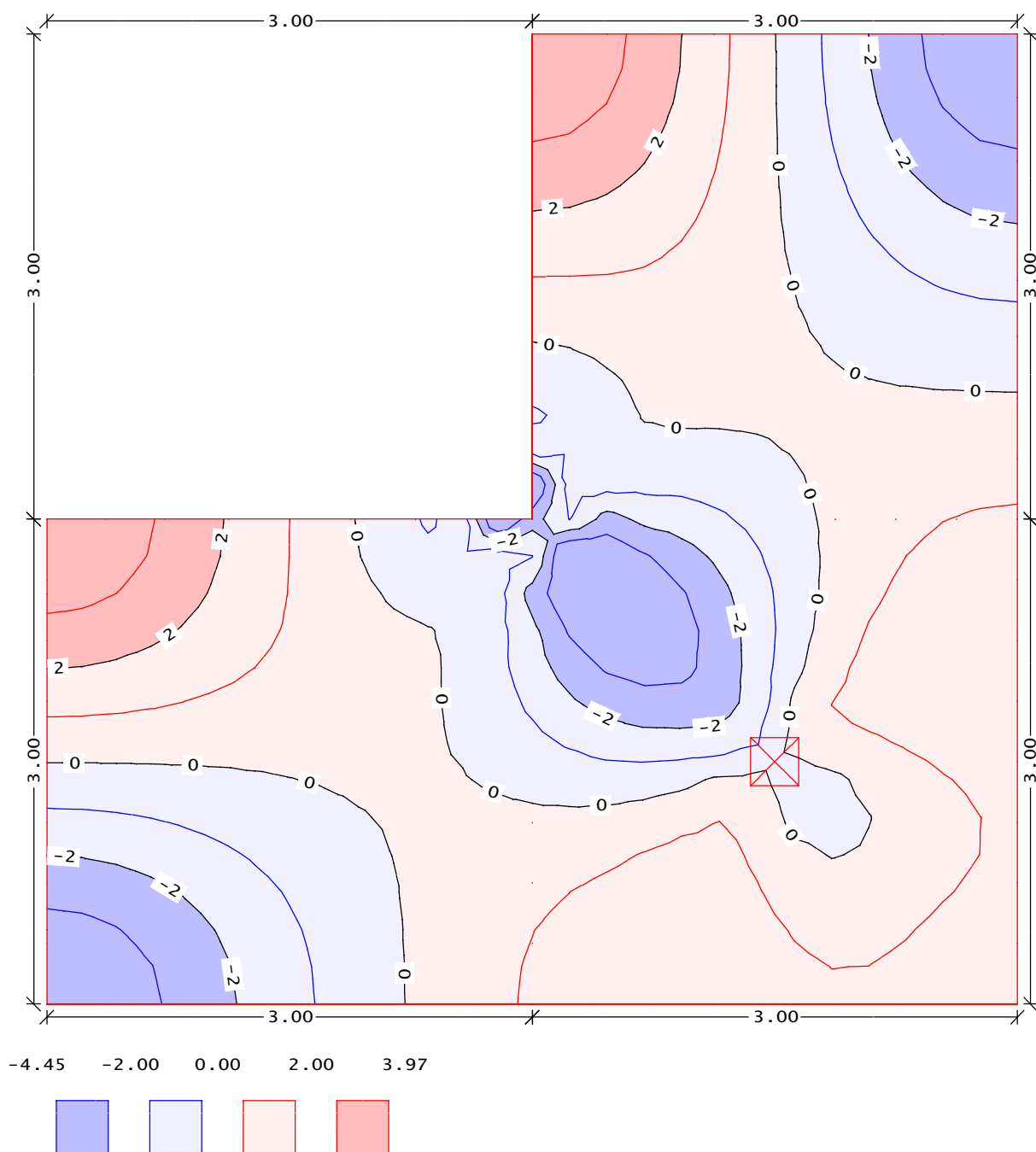
[кНм/м]



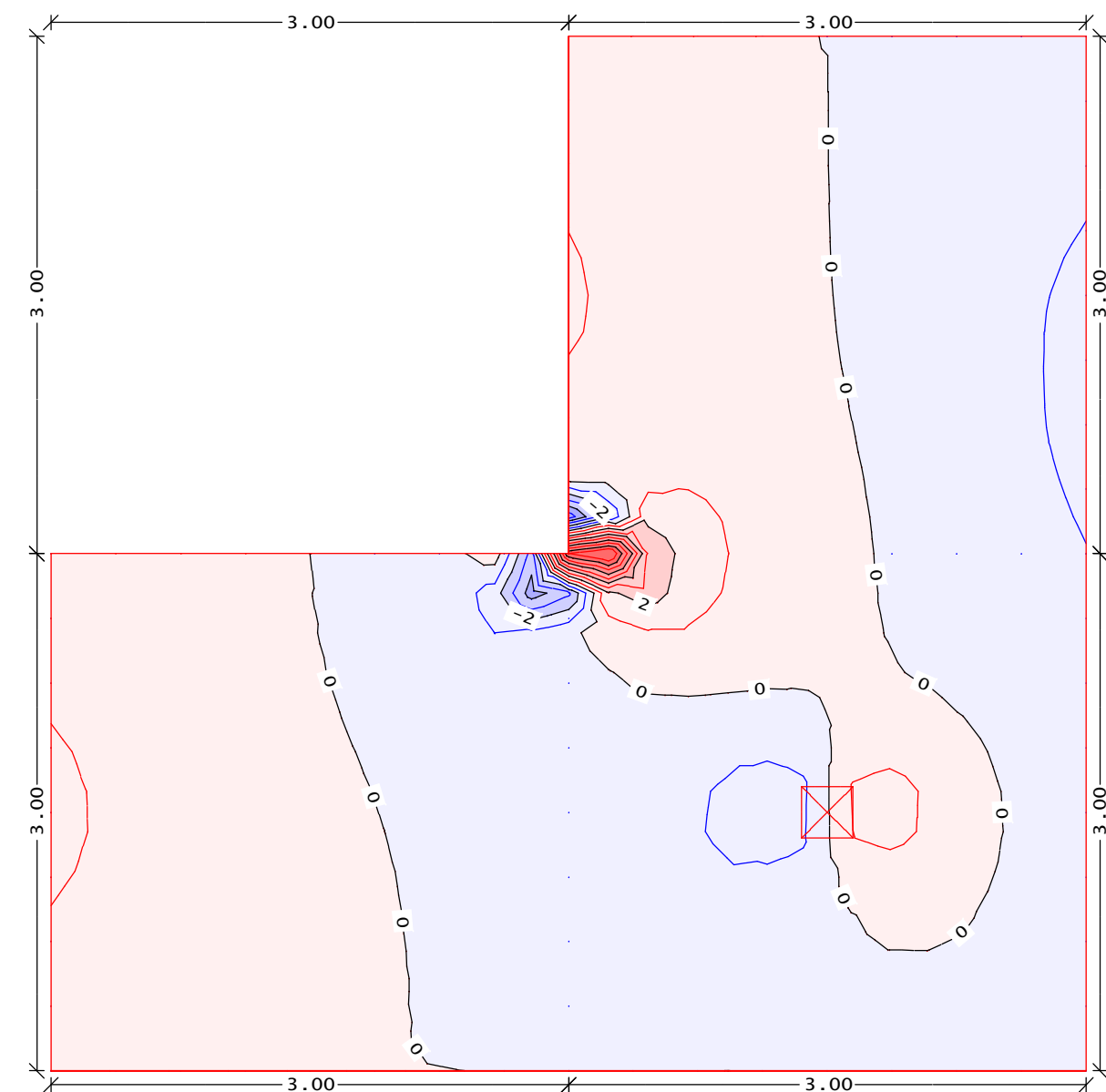
Моменты M_{xy}

[кНм/м]

М = 1 : 40



Поперечные силы Q_x [кН/м]
М = 1 : 40

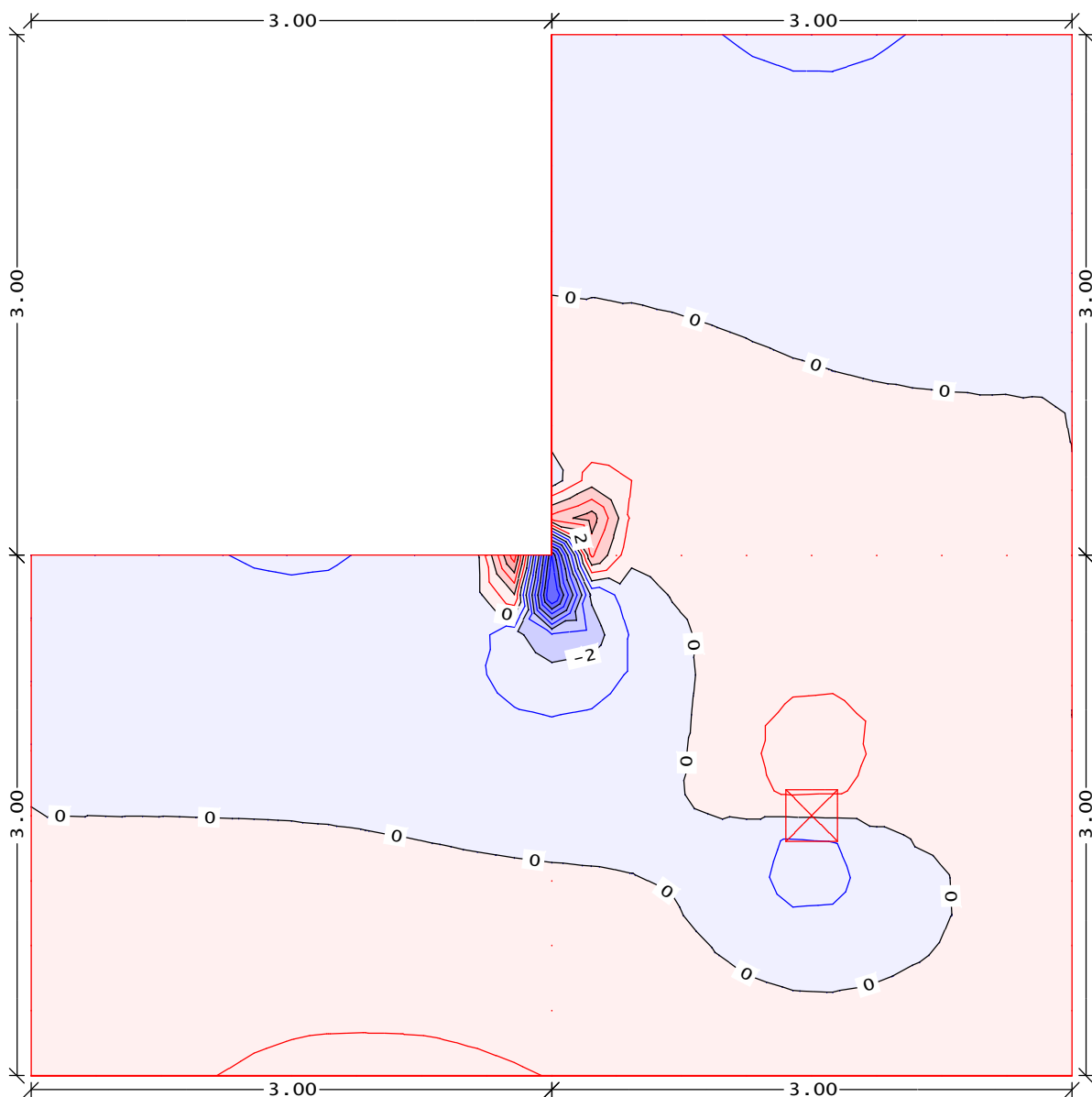


Все значения умножены на 0.1

-5.6 -4.0 -2.0 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.7

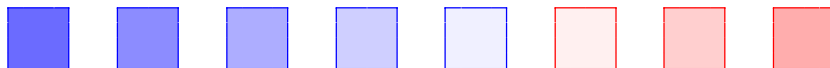


Поперечные силы Q_y [кН/м]
 $M = 1 : 40$



Все значения умножены на 0.1

-10.7 -8.0 -6.0 -4.0 -2.0 0.0 2.0 4.0 5.6



Опорные реакции
по отрезкам

№ плиты	Сторона	а [м]	l [м]	q [кН/м]
1	Нижняя	0.00	3.00	9.80
	Верхняя	0.00	3.00	14.08
	Левая	0.00	3.00	7.77
2	Нижняя	0.00	3.00	6.40
	Правая	0.00	3.00	6.40
3	Правая	0.00	3.00	9.80
	Верхняя	0.00	3.00	7.77

Левая

0.00

3.00

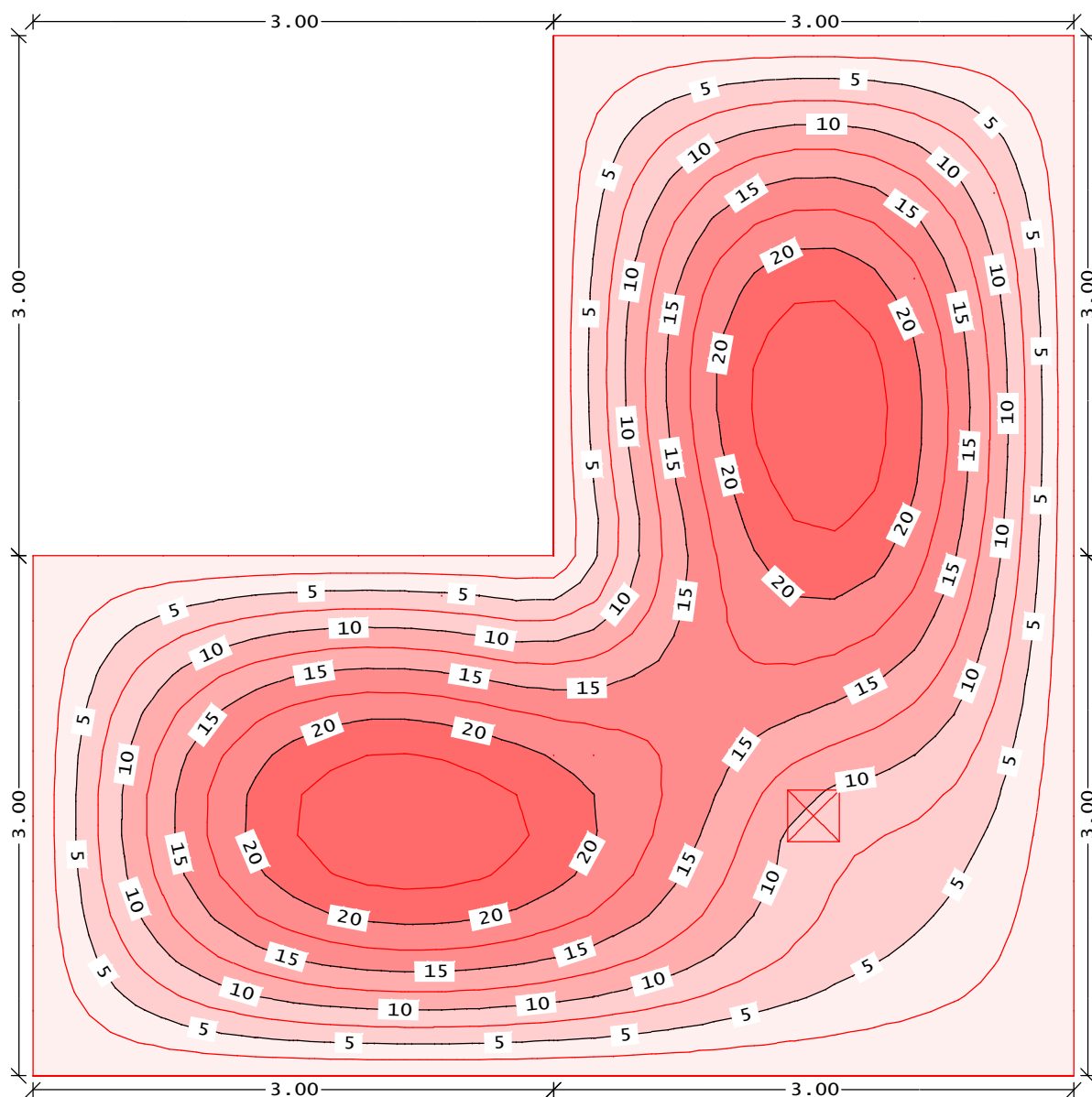
14.08

Опорные реакции
колонн

№	Q [кН]	Mx [кНм]	My [кНм]
1	41.68	0.19	0.19

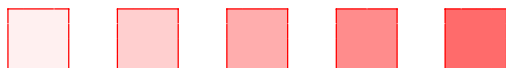
Сумма всех опорных реакций Q = 270.0 кН

Нагрузка № 2
Перемещения
M = 1 : 40

Кратковременная нагрузка
(максимальные значения) [мм]


Все значения умножены на 100

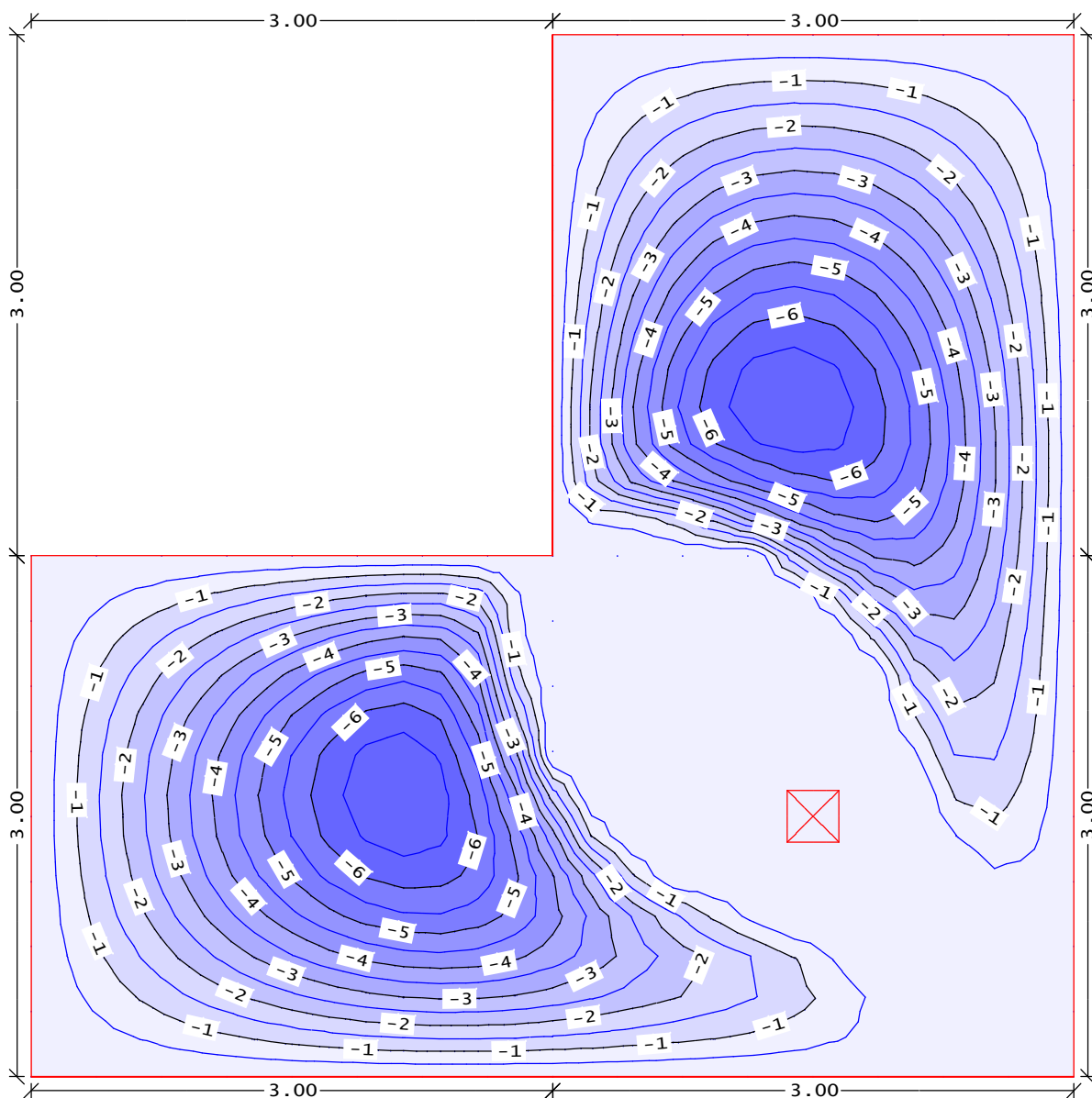
0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 24.5



Перемещения

(минимальные значения) [мм]

М = 1 : 40



Все значения умножены на 1000

-6.95 -6.00 -5.00 -4.00 -3.00 -2.00 -1.00 0.00

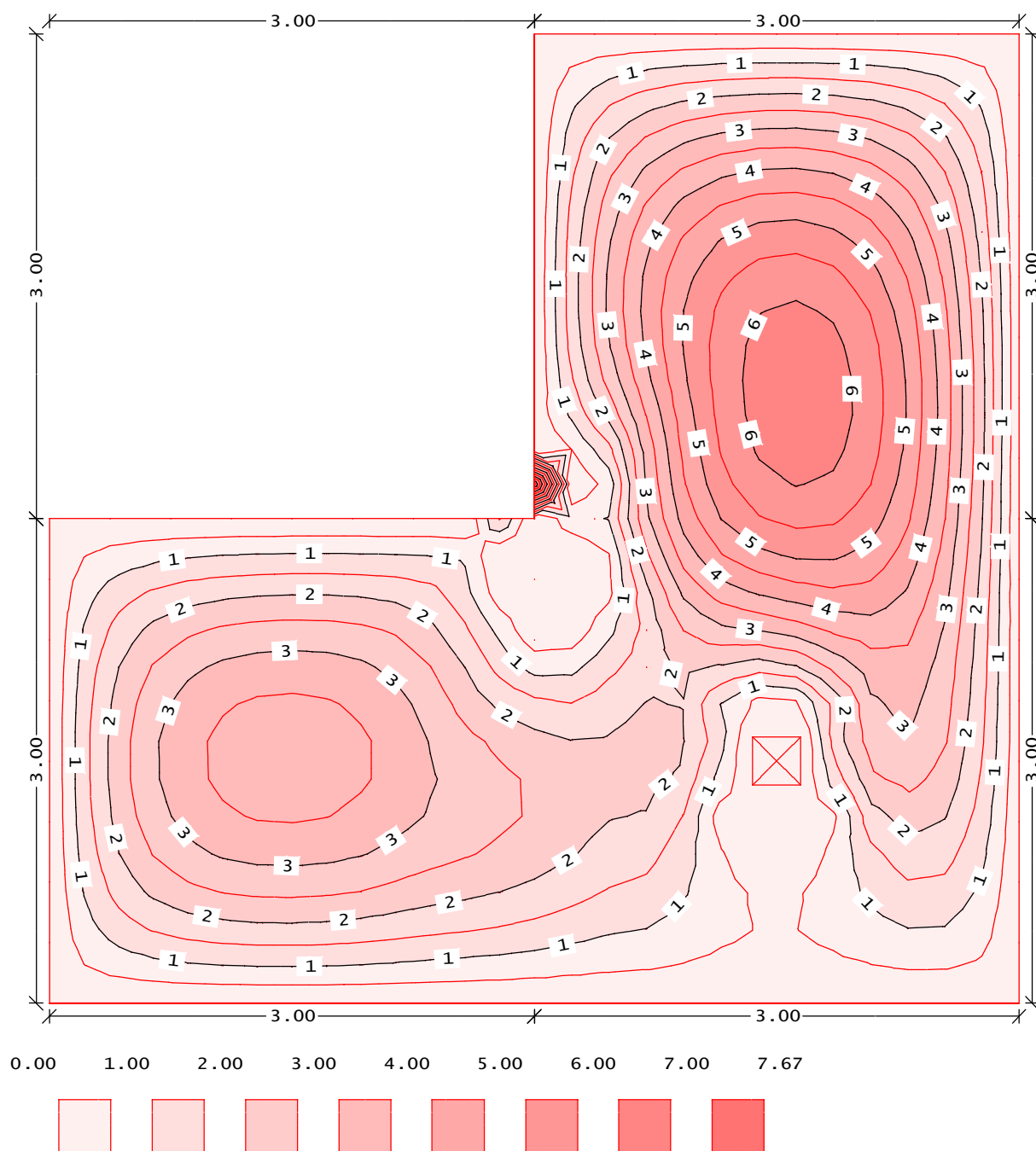


Перемещения

№ плиты	w [мм]
1	0.25
2	0.22
3	0.24

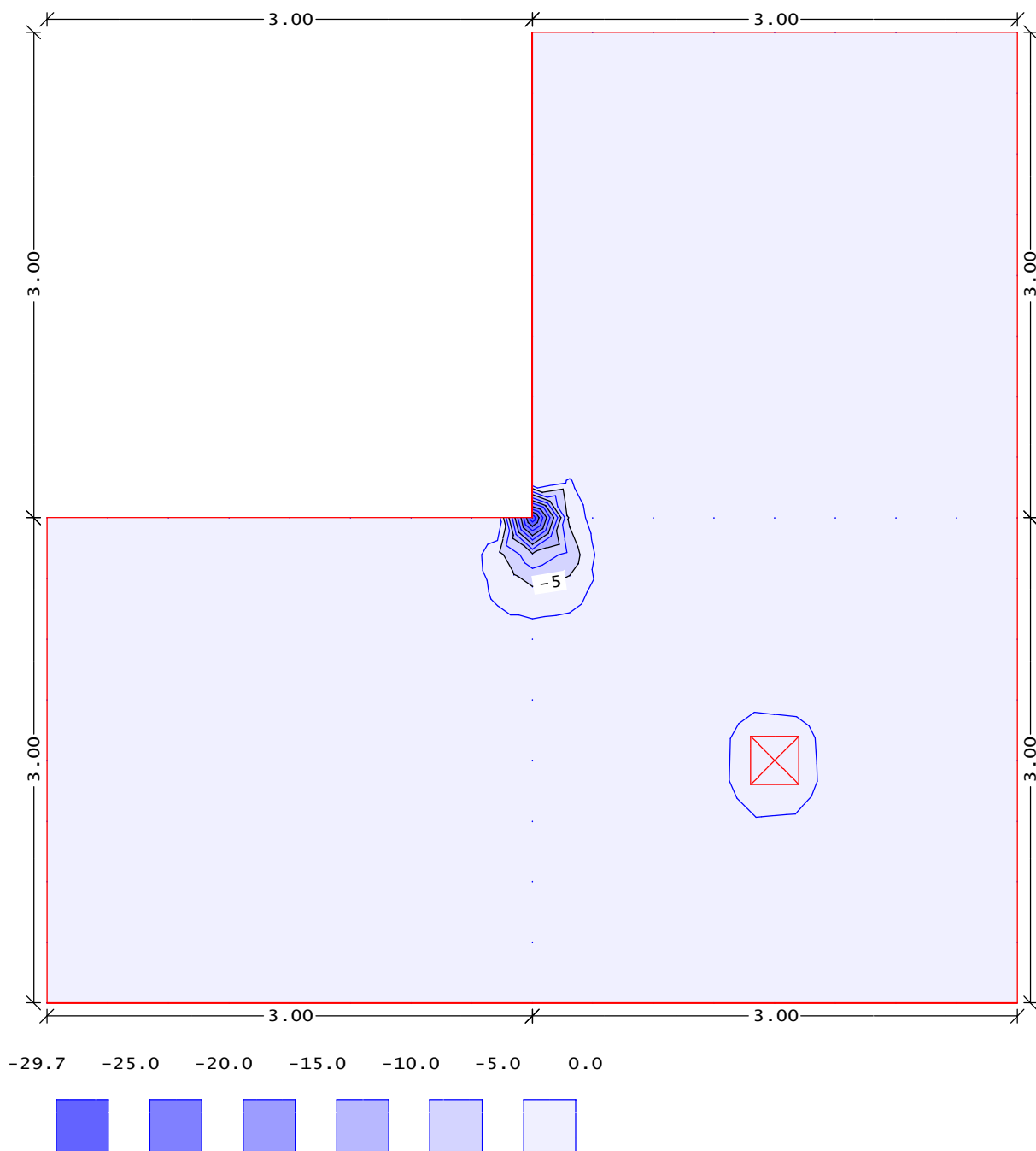
Моменты M_x
 $M = 1 : 40$

(максимальные значения) [кНм/м]



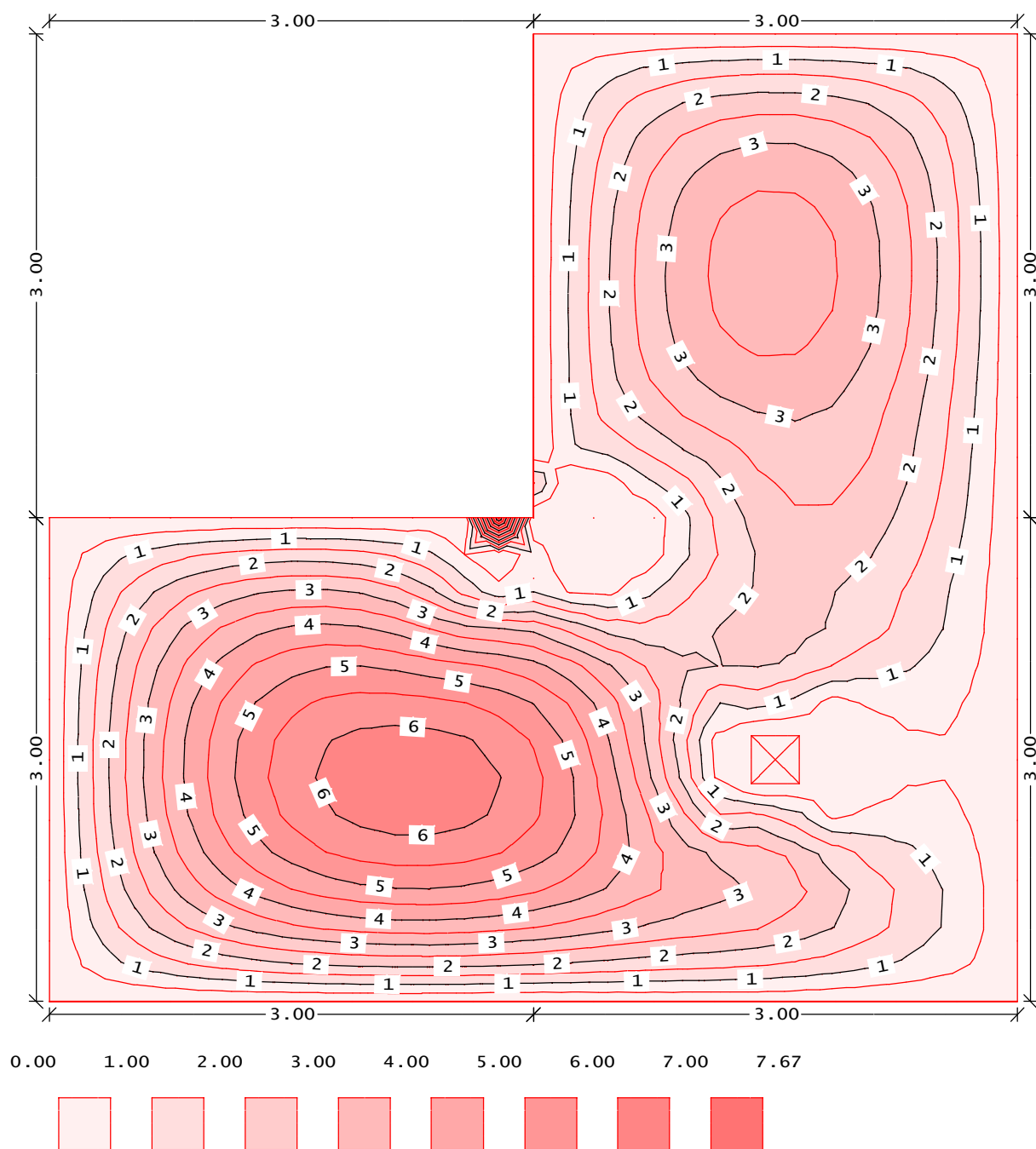
Моменты M_x
 $M = 1 : 40$

(минимальные значения) [кНм/м]



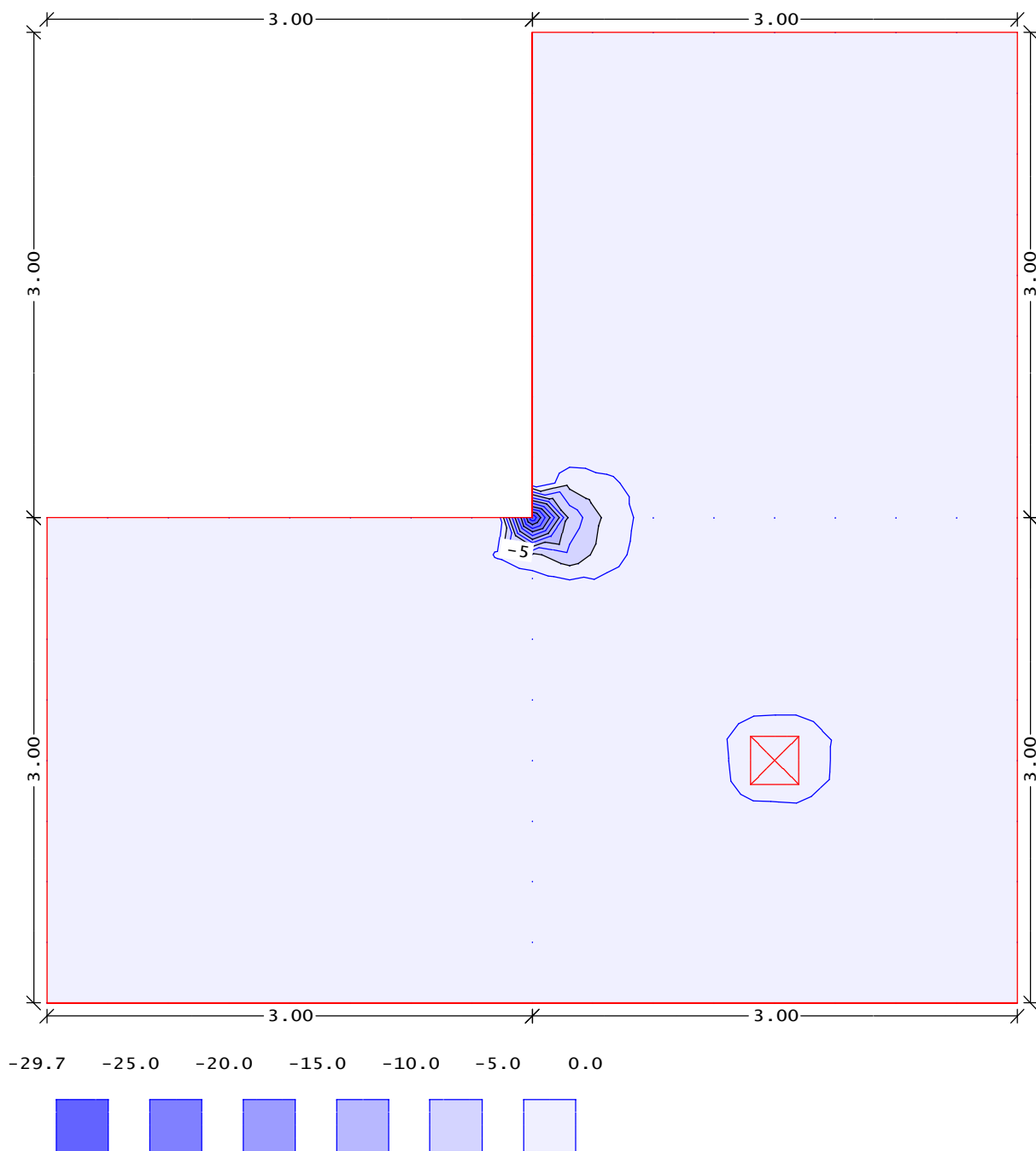
Моменты M_y
М = 1 : 40

(максимальные значения) [кНм/м]



Моменты M_y
М = 1 : 40

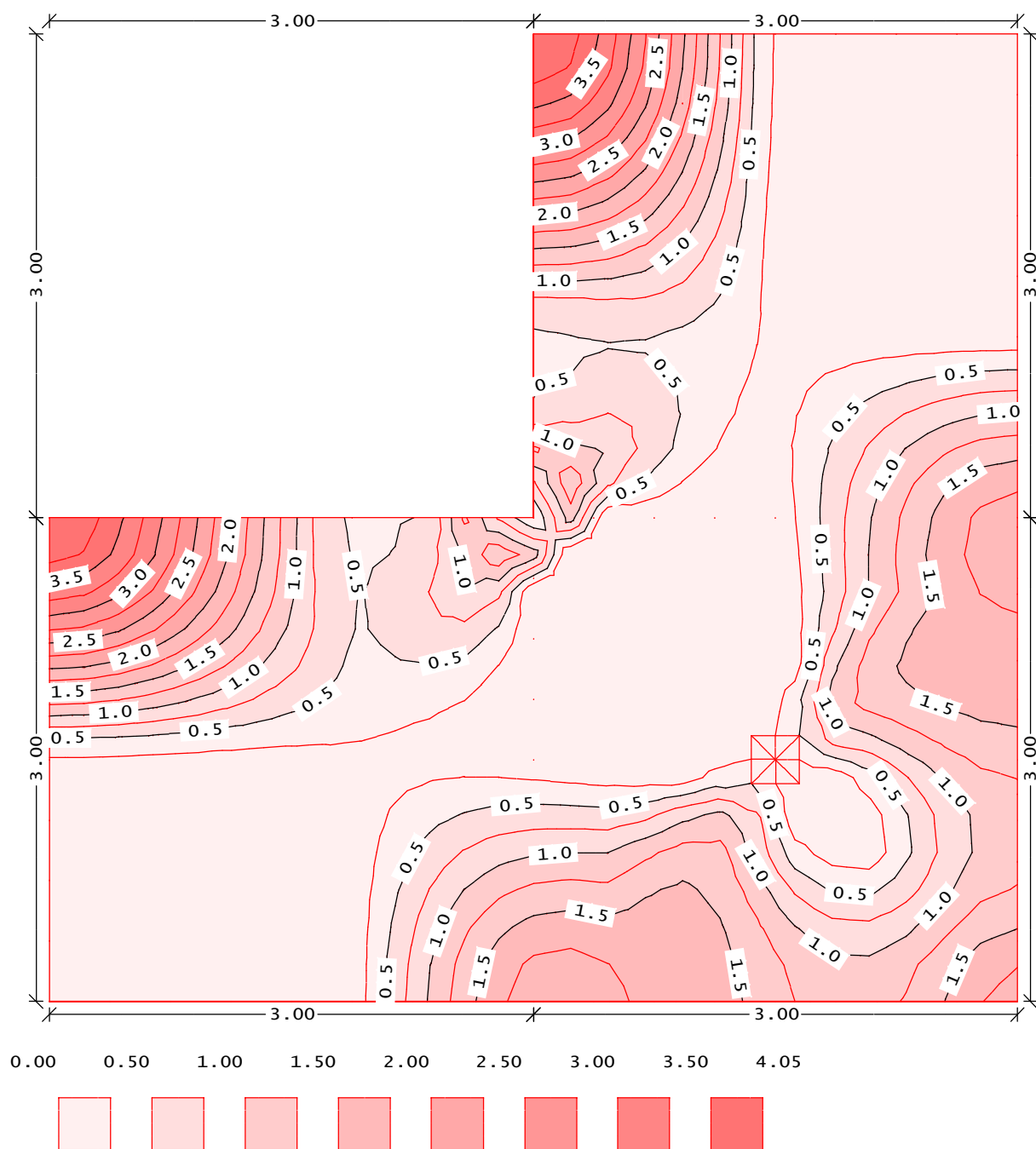
(минимальные значения) [кНм/м]



Моменты M_{xy}

(максимальные значения) [кНм/м]

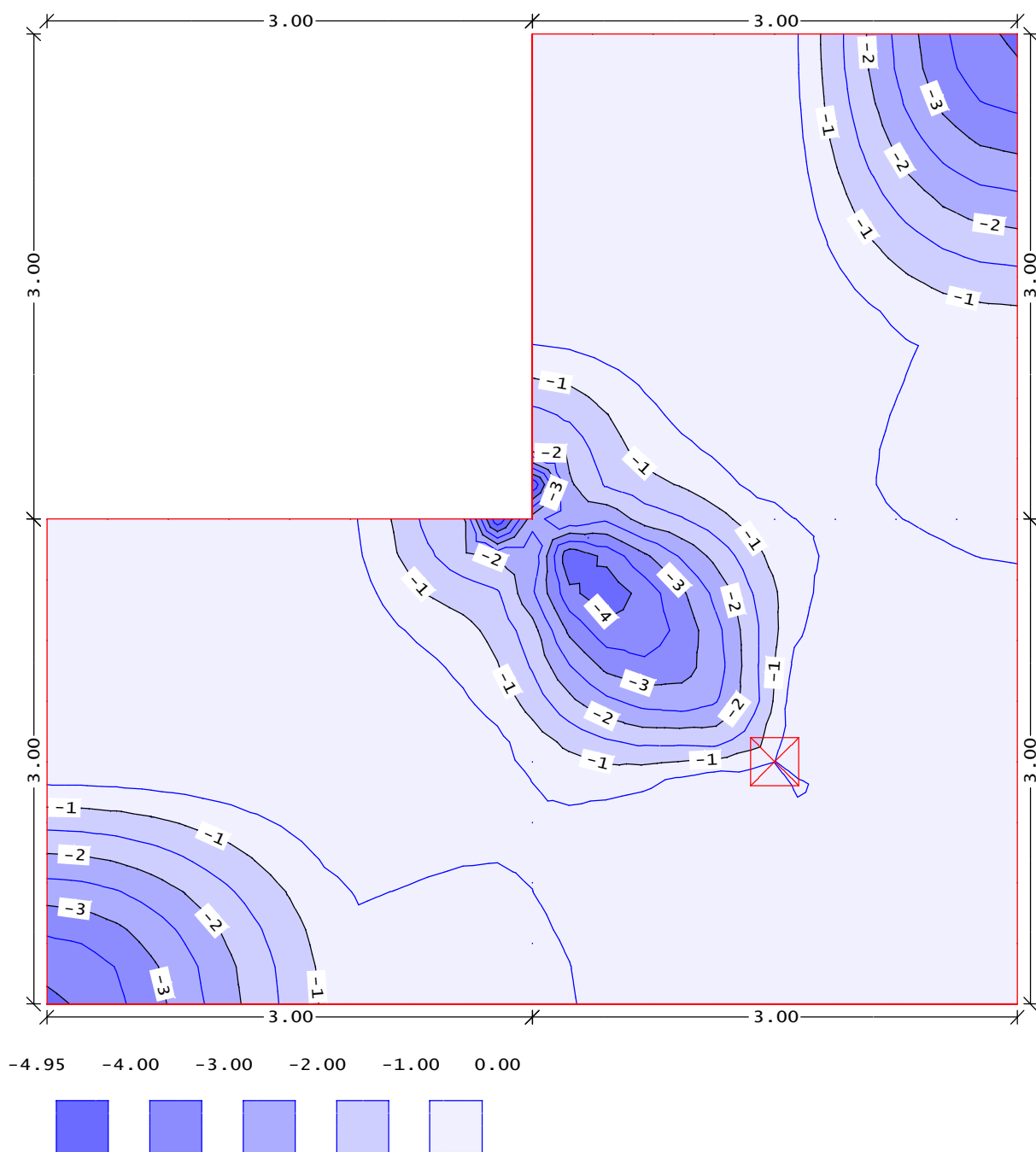
М = 1 : 40



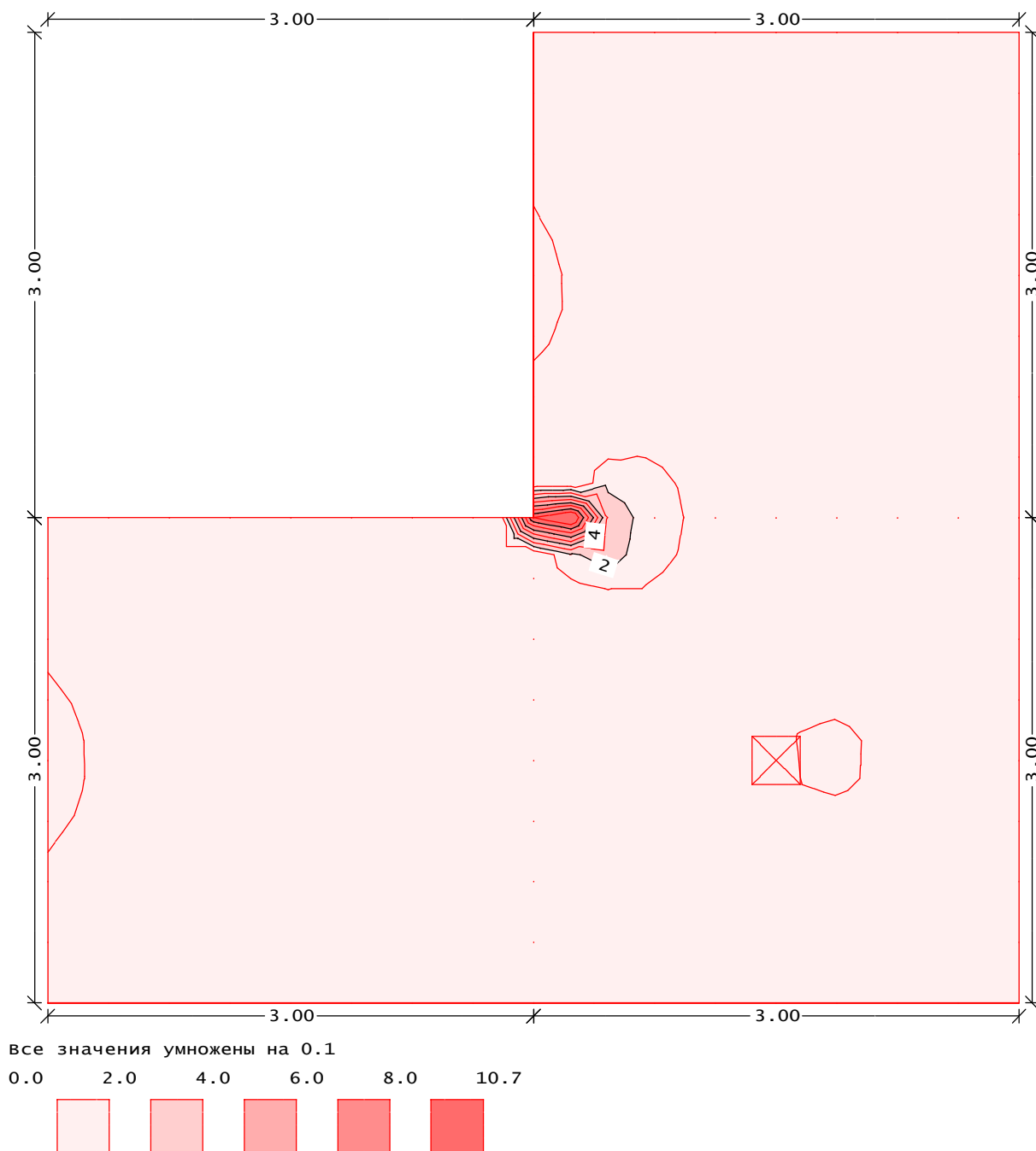
Моменты M_{xy}

(минимальные значения) [кНм/м]

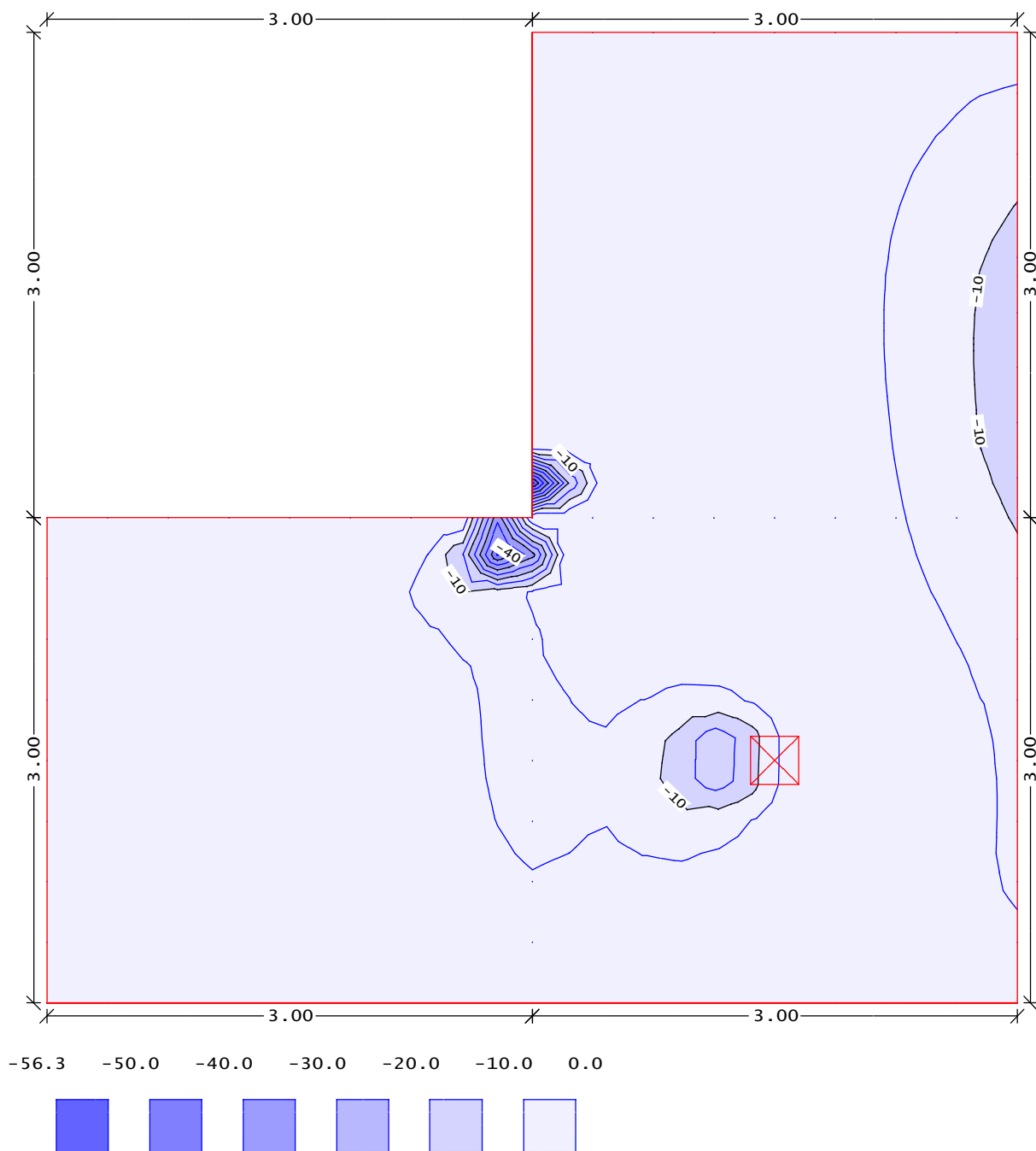
М = 1 : 40



Поперечные силы Q_x (максимальные значения) [кН/м]
М = 1 : 40

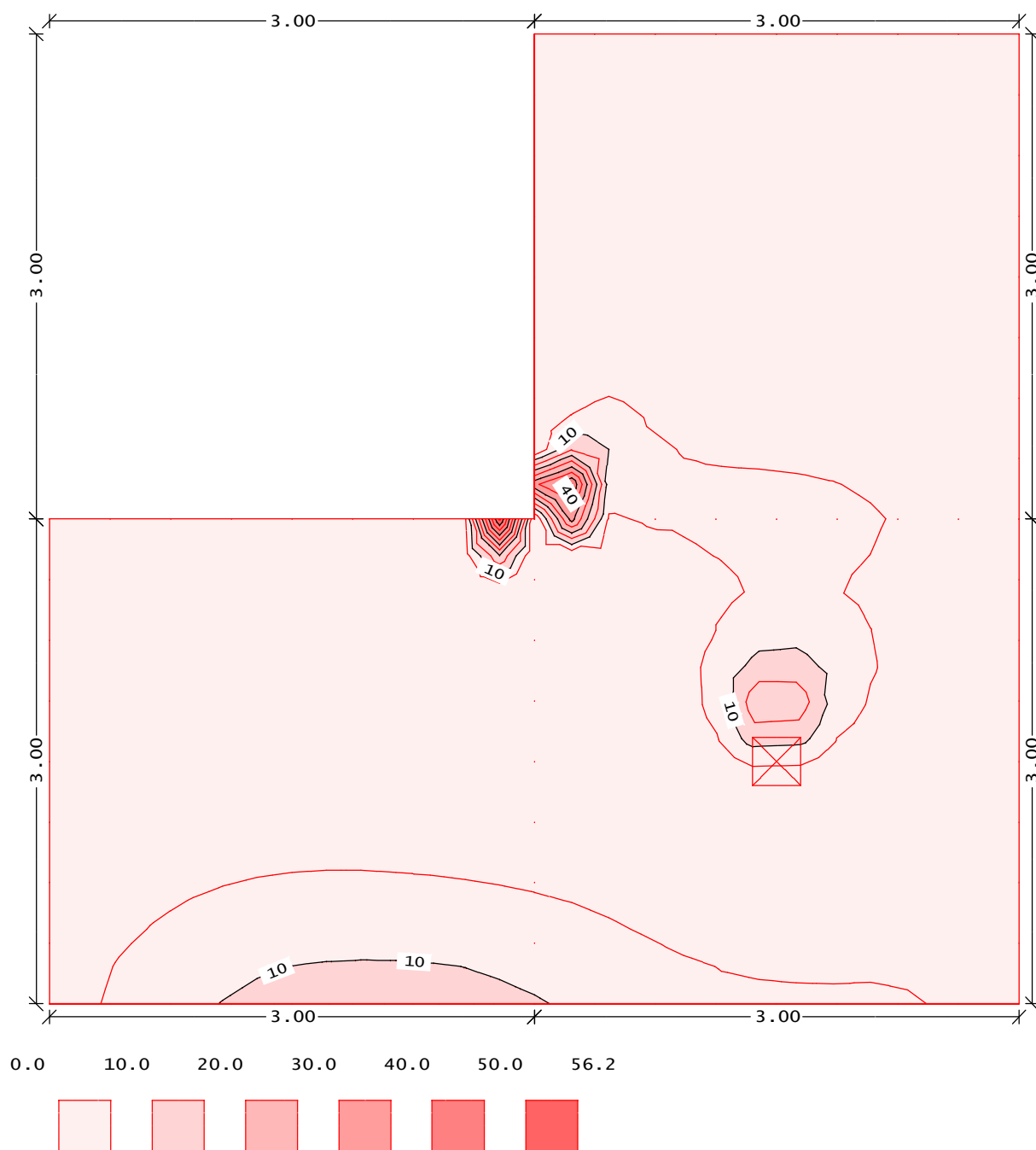


Поперечные силы Q_x (минимальные значения) [кН/м]
М = 1 : 40



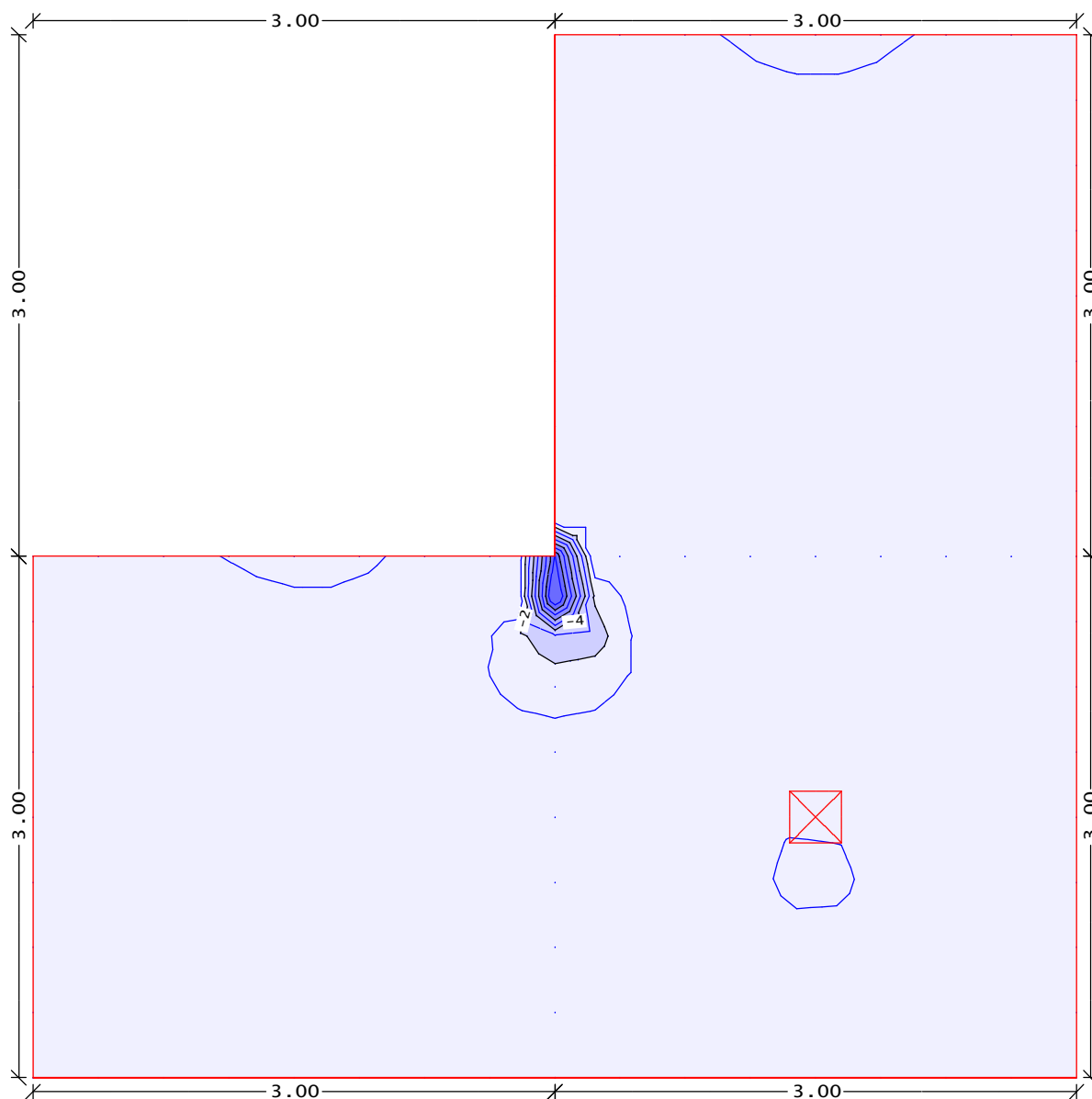
Поперечные силы Q_y (максимальные значения) [кН/м]

М = 1 : 40



Поперечные силы Q_y (минимальные значения) [кН/м]

М = 1 : 40



Все значения умножены на 0.1

-10.7 -8.0 -6.0 -4.0 -2.0 0.0



Опорные реакции
по отрезкам

№ плиты	Сторона	а [м]	l [м]	max q [кН/м]	min q [кН/м]
1	Нижняя	0.00	3.00	9.96	-0.16
	Верхняя	0.00	3.00	14.08	0.00
	Левая	0.00	3.00	7.82	-0.05
2	Нижняя	0.00	3.00	6.84	-0.44
	Правая	0.00	3.00	6.84	-0.44
3	Правая	0.00	3.00	9.96	-0.16
	Верхняя	0.00	3.00	7.82	-0.05

Левая 0.00 3.00 14.08 0.00

Опорные реакции
колонн

№	max Q [кН]	min Q [кН]	max Mx [кНм]	min Mx [кНм]	max My [кНм]	min My [кНм]
1	41.68	0.00	0.21	-0.02	0.21	-0.02

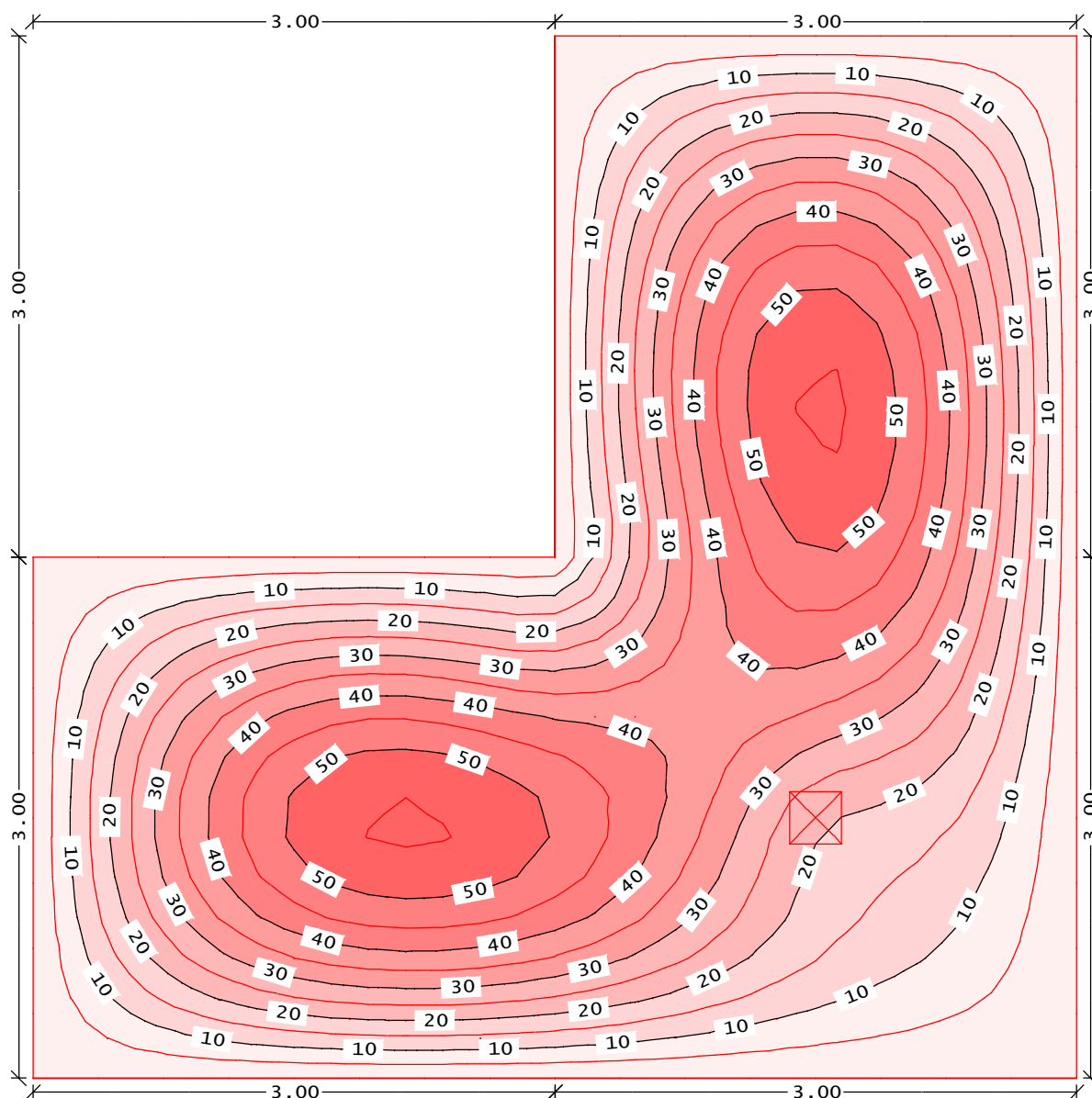
Сумма всех опорных реакций Q = 270.0 кН

Расч. сочет. усилий

Перемещения

M = 1 : 40

согласно СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия.
(максимальные значения) [мм]



Все значения умножены на 100

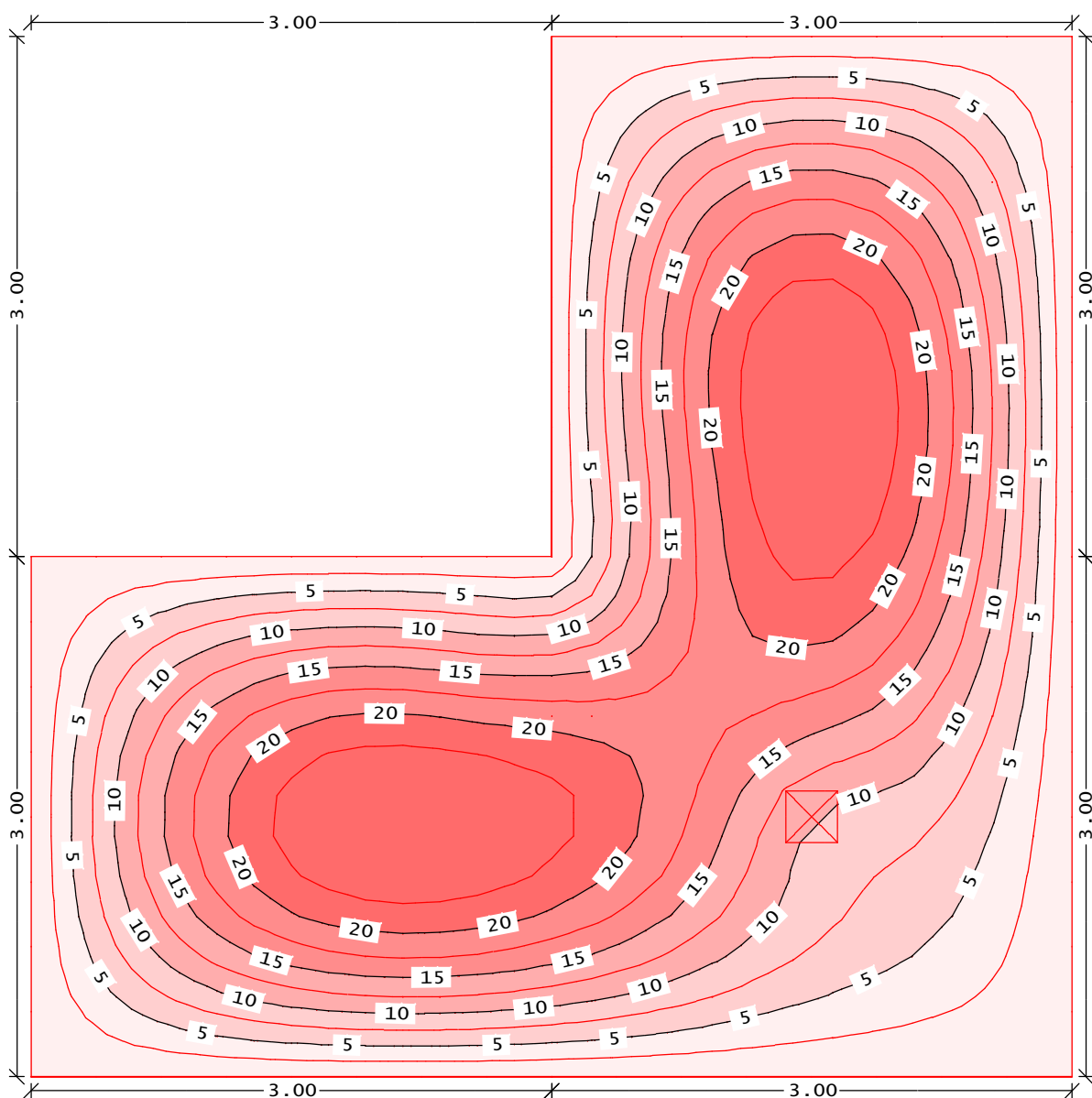
0.0 10.0 20.0 30.0 40.0 50.0 55.6



Перемещения

(минимальные значения) [мм]

М = 1 : 40



Все значения умножены на 100

0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.4

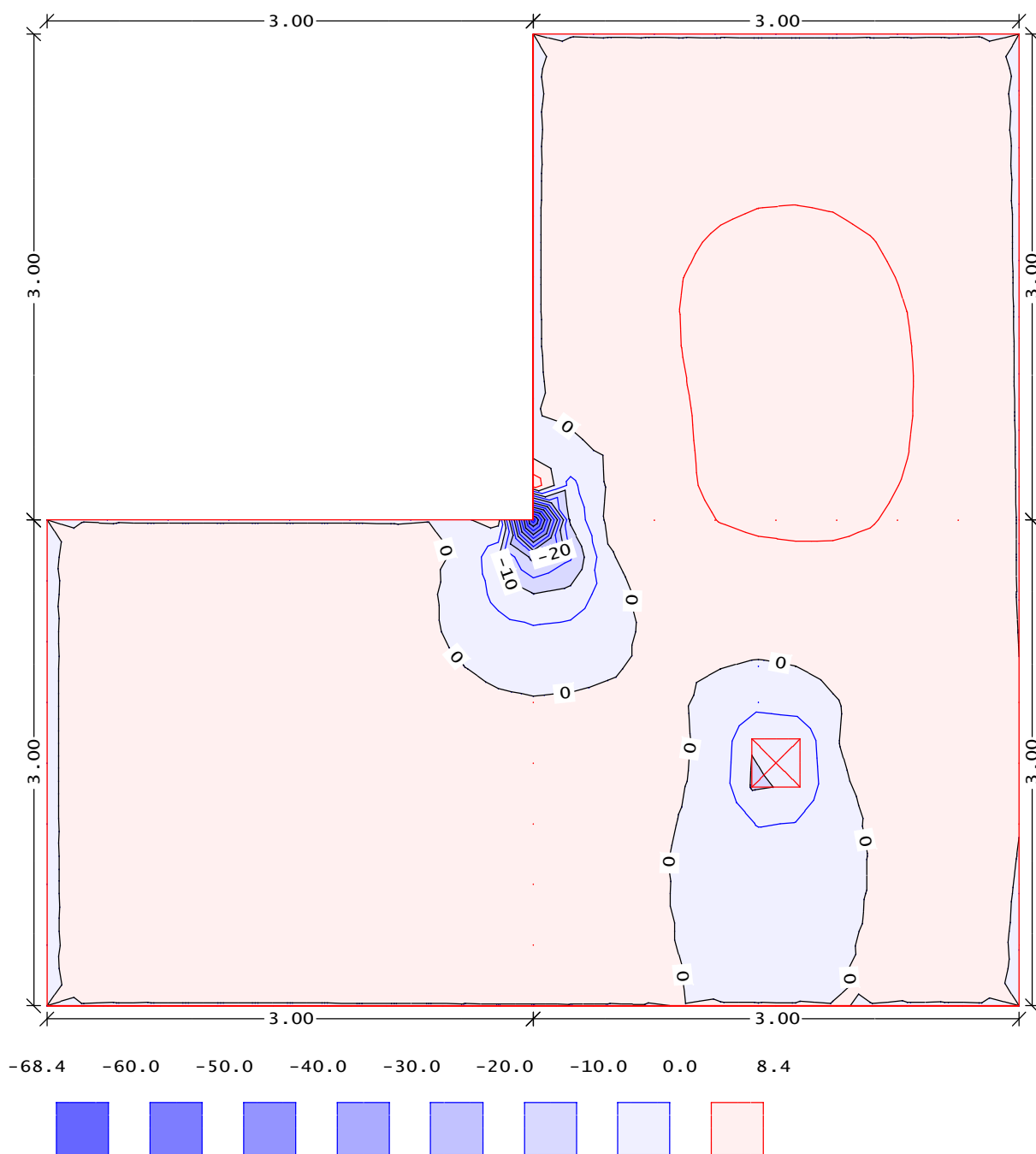


Перемещения

№ плиты	max w [мм]	min w [мм]
1	0.56	0.00
2	0.50	0.00
3	0.56	0.00

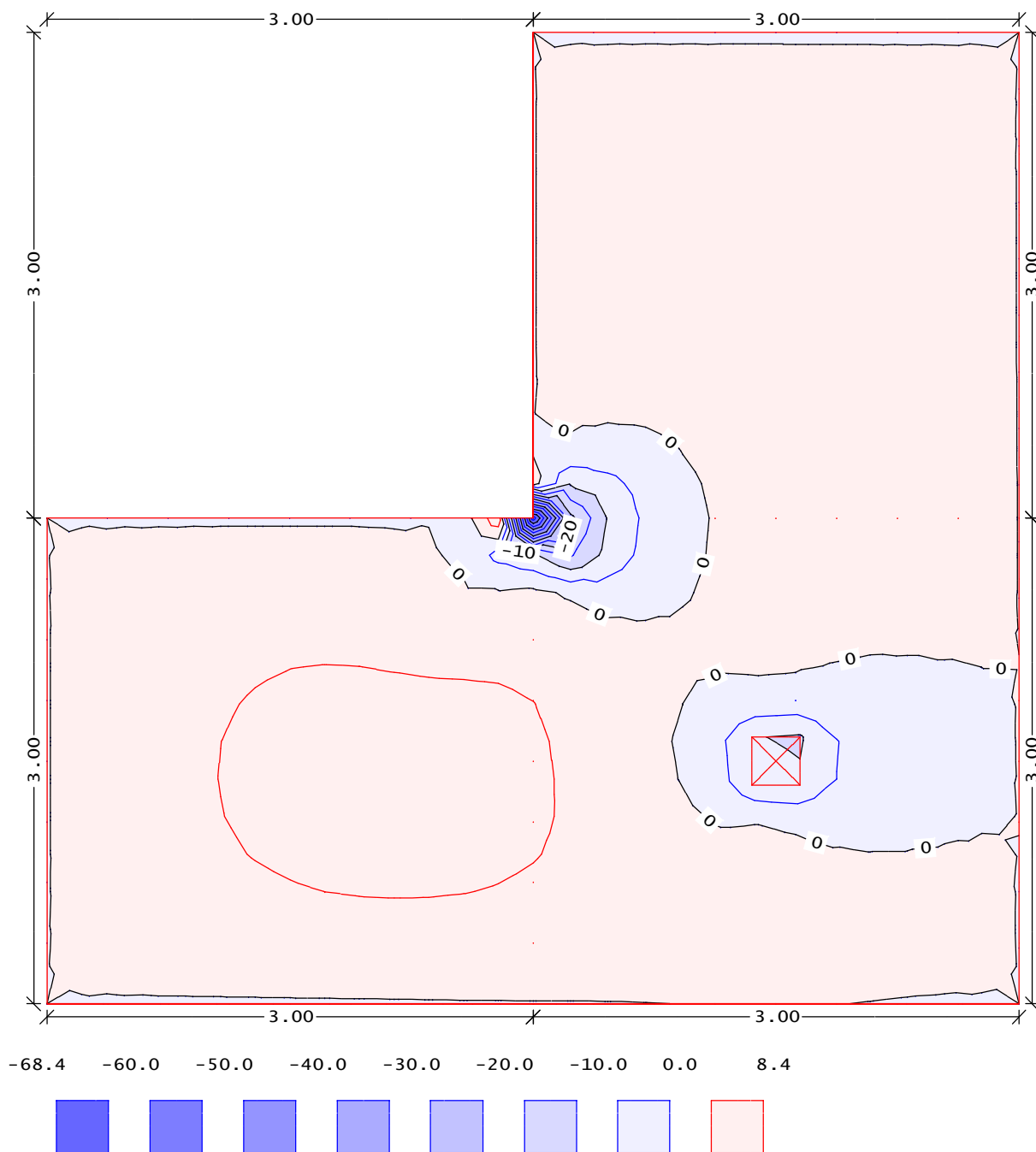
Моменты M_x
 $M = 1 : 40$

(минимальные значения) [кНм/м]



Моменты M_y
 $M = 1 : 40$

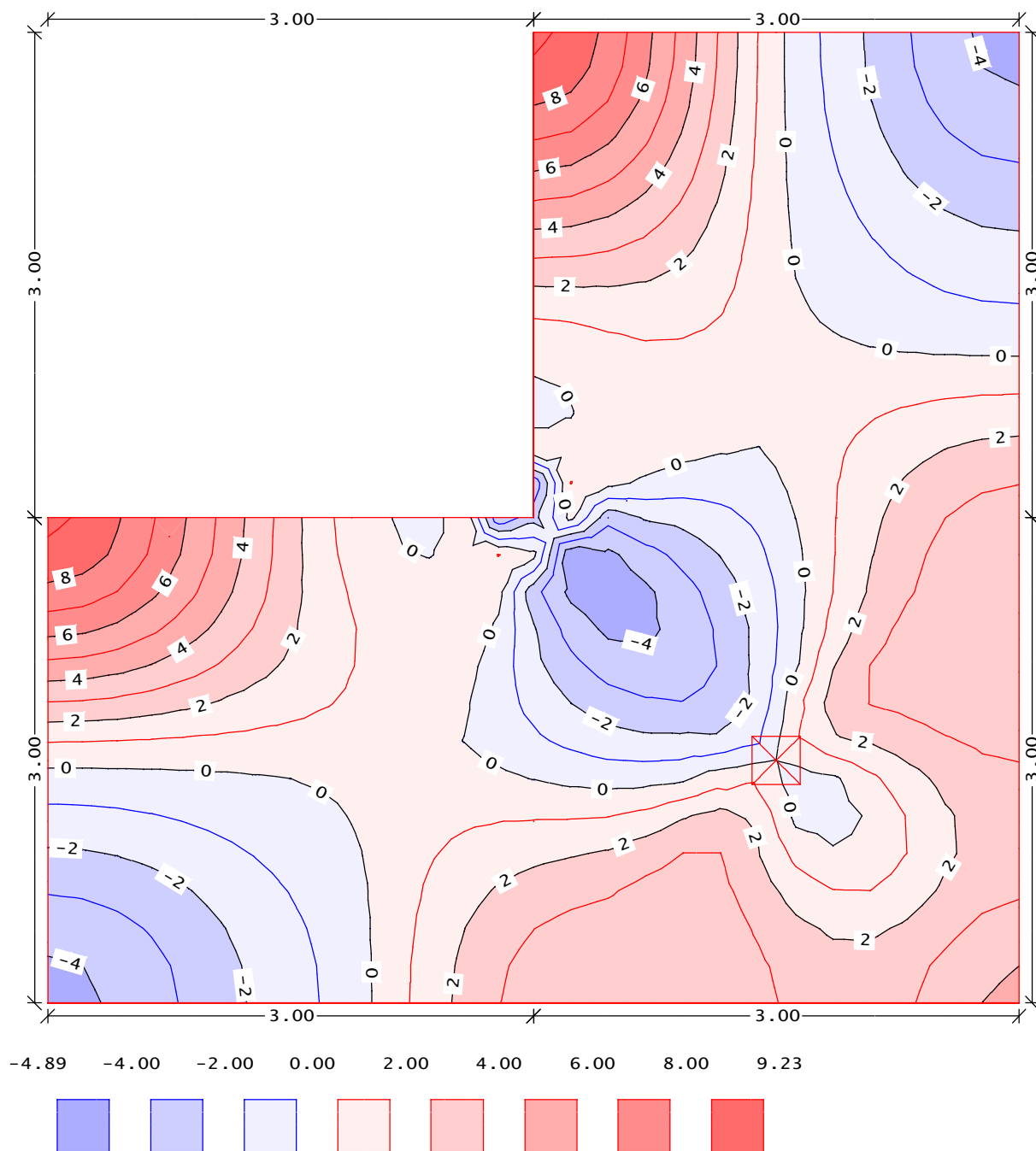
(минимальные значения) [кНм/м]



Моменты M_{xy}

(максимальные значения) [кНм/м]

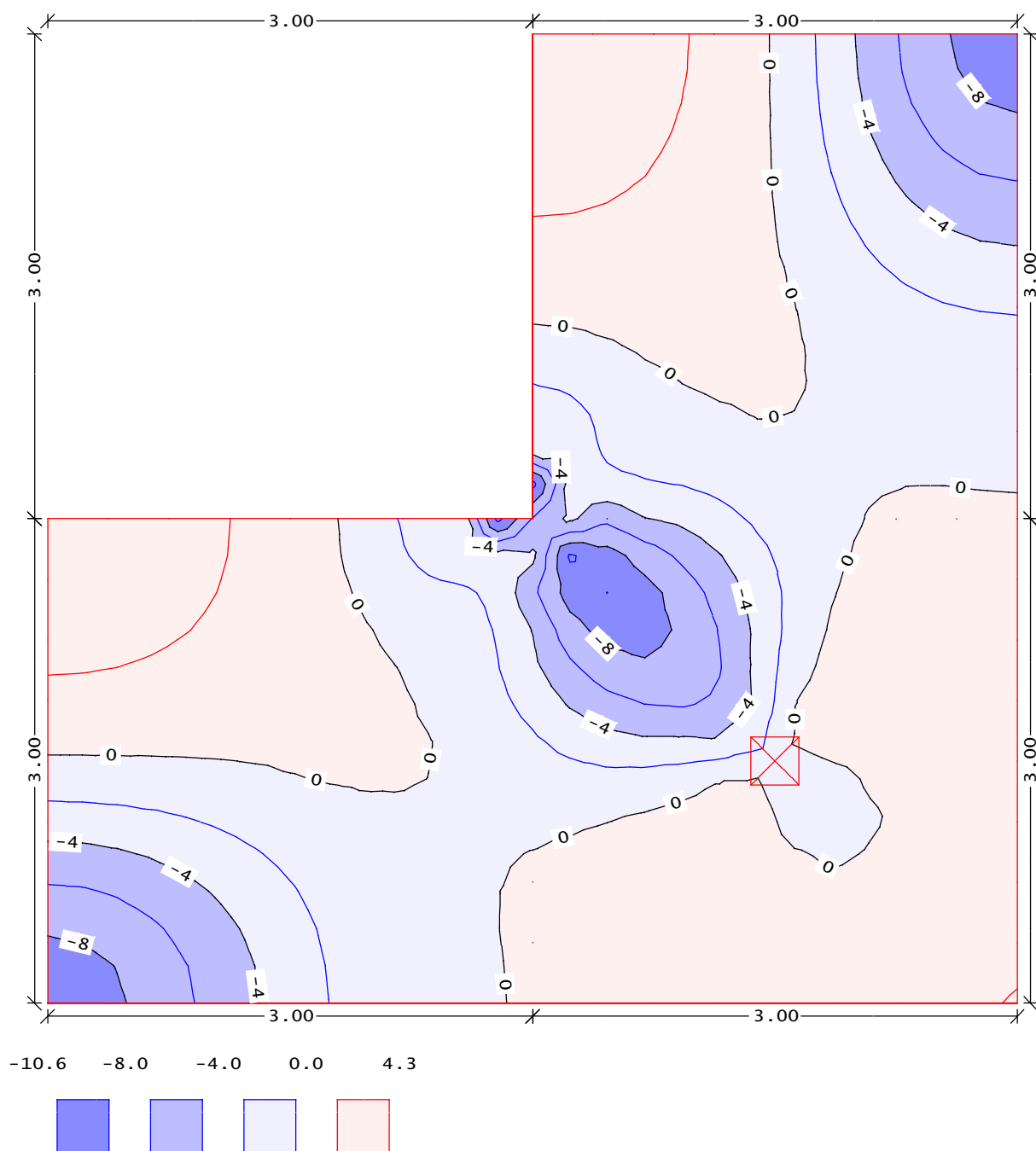
М = 1 : 40



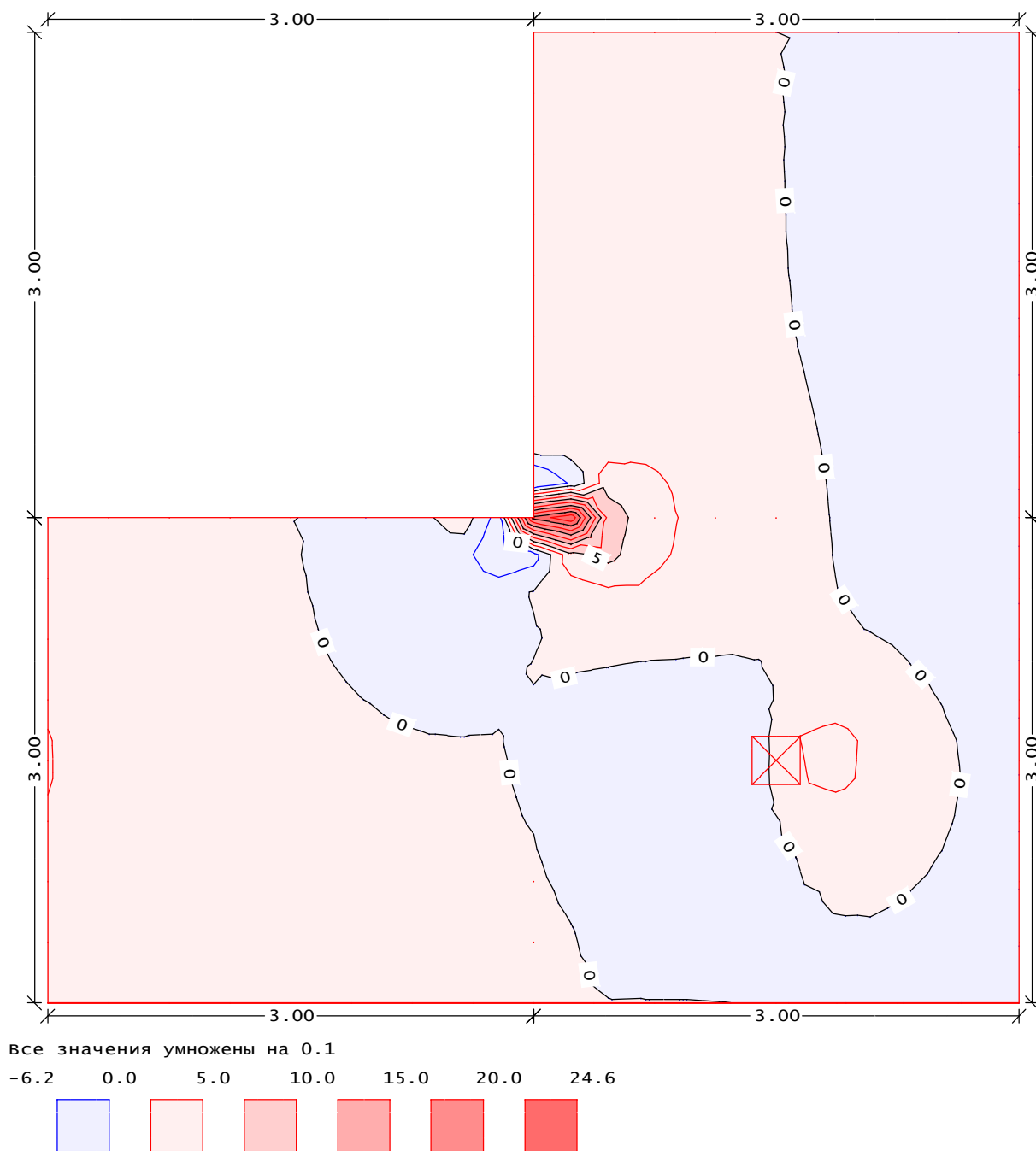
Моменты M_{xy}

(минимальные значения) [кНм/м]

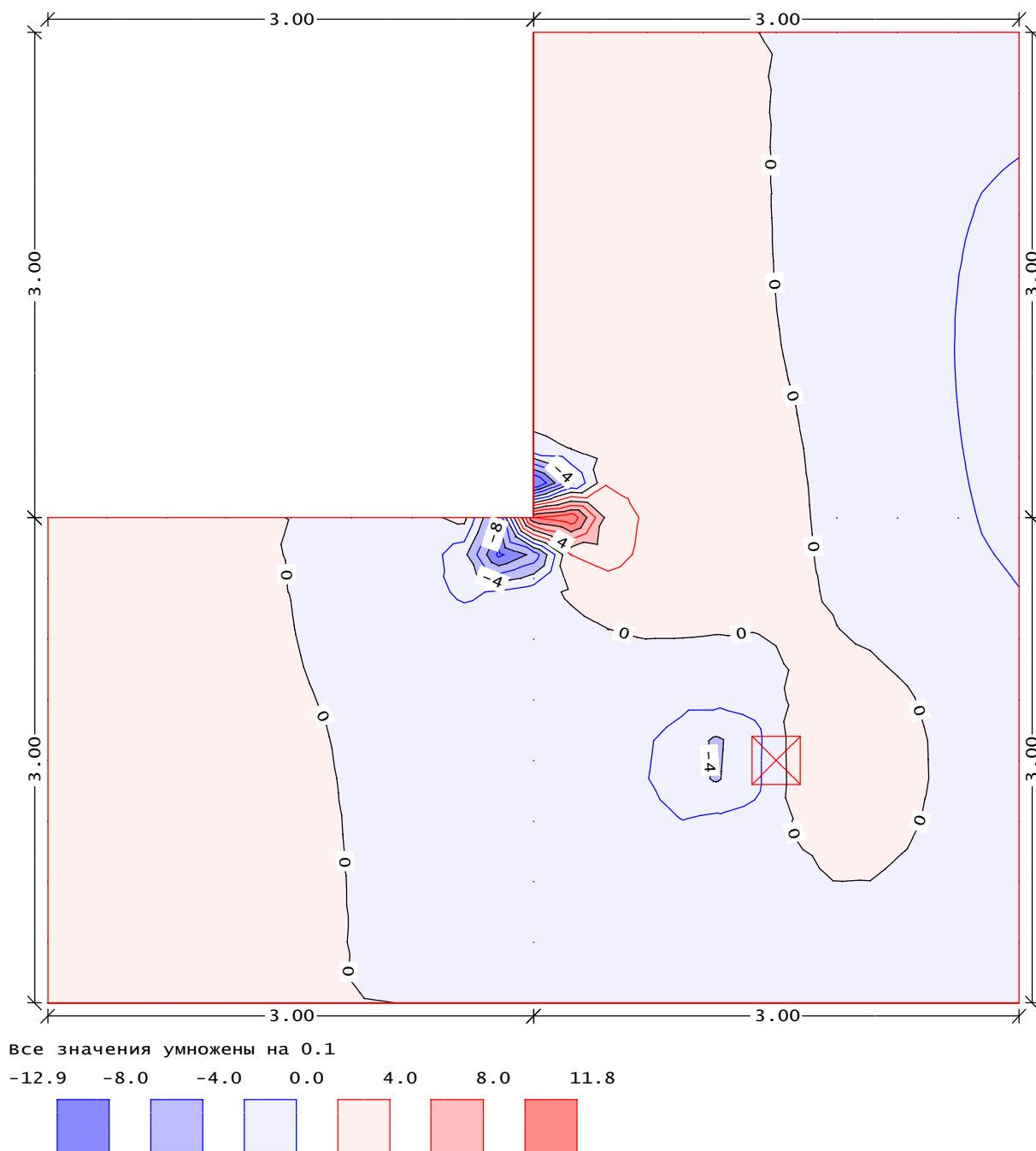
М = 1 : 40



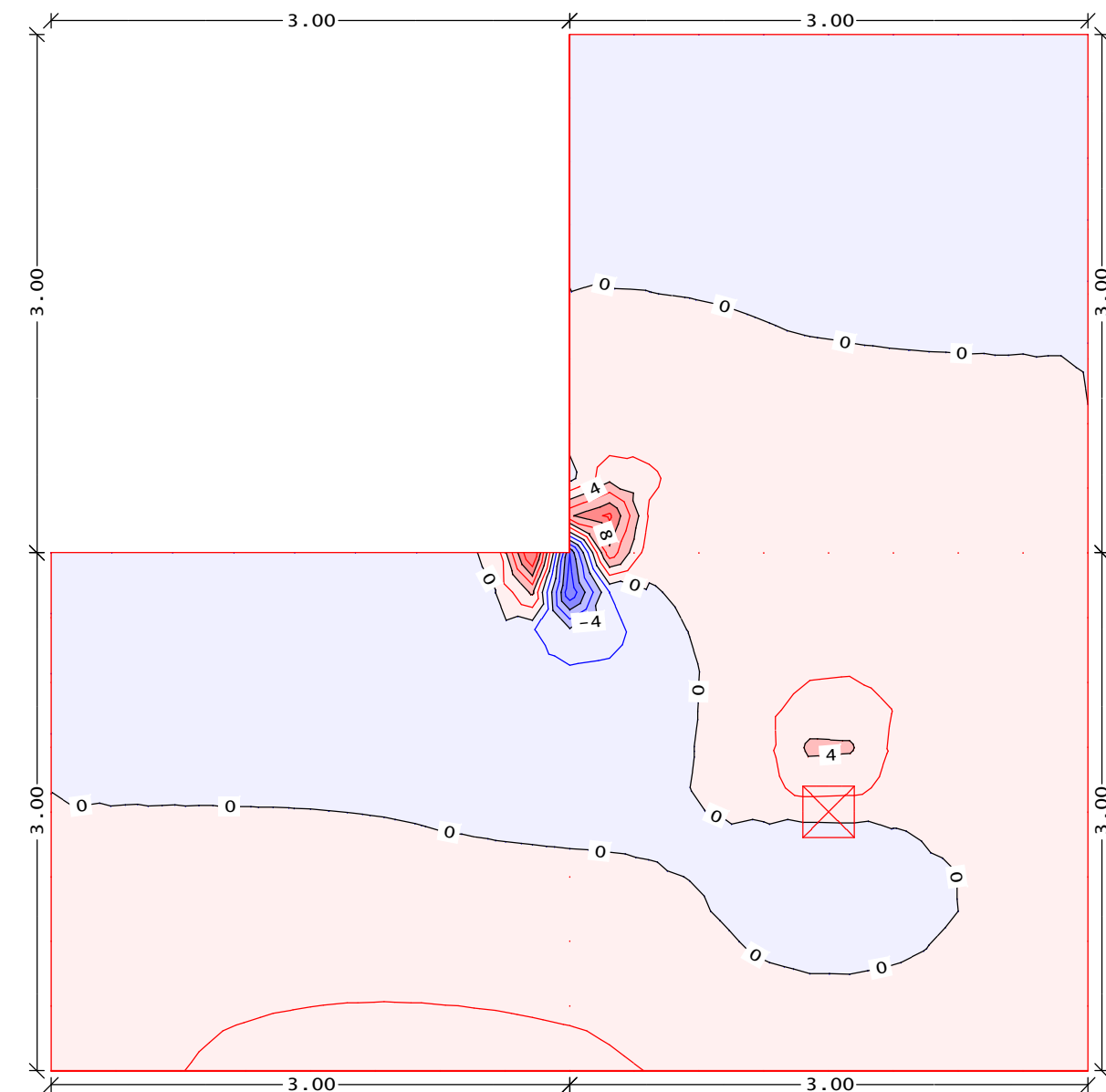
Поперечные силы Q_x (максимальные значения) [кН/м]
М = 1 : 40



Поперечные силы Q_x (минимальные значения) [кН/м]
М = 1 : 40



Поперечные силы Q_y (максимальные значения) [кН/м]
М = 1 : 40

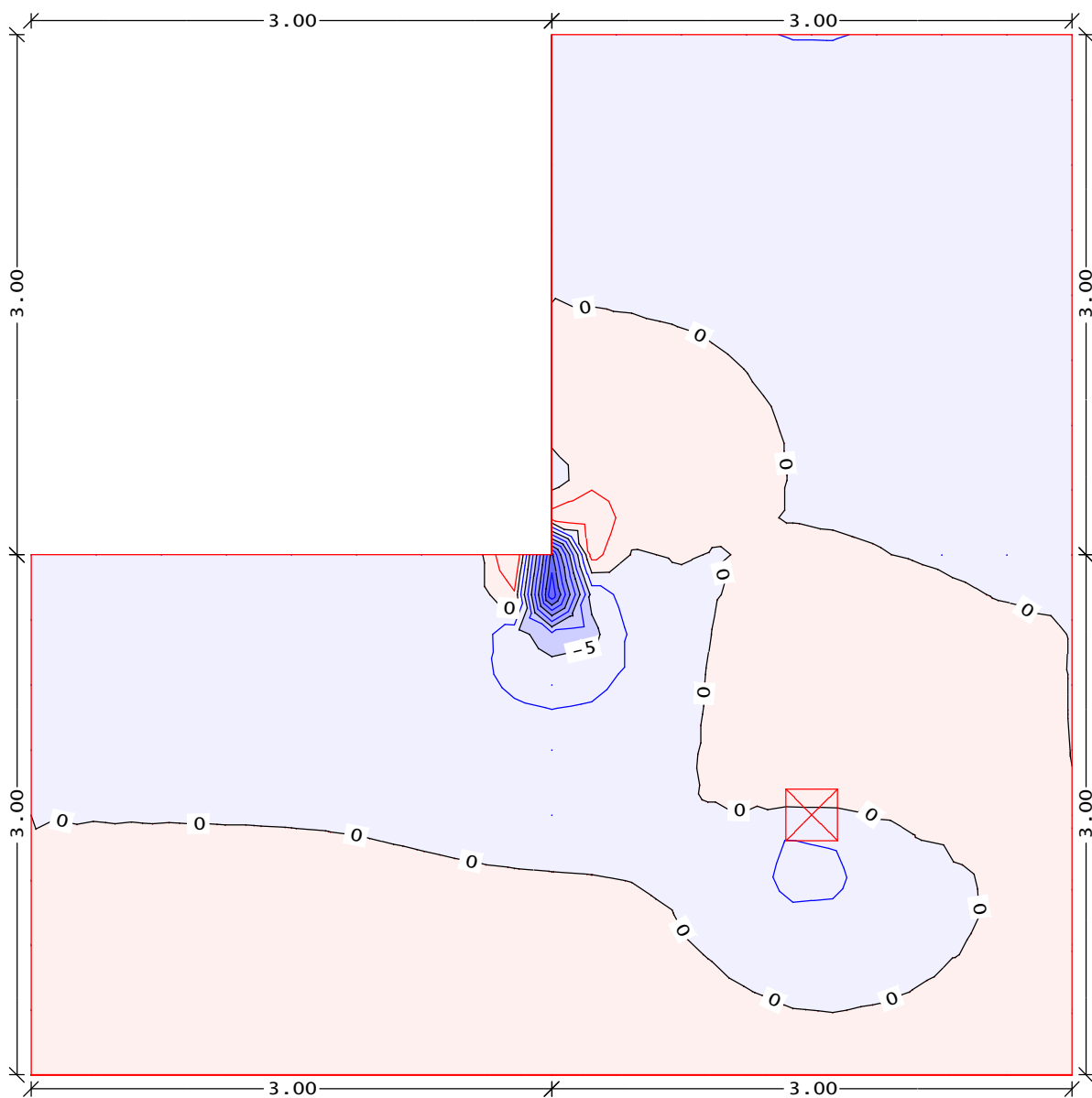


Все значения умножены на 0.1

-11.8 -8.0 -4.0 0.0 4.0 8.0 12.9

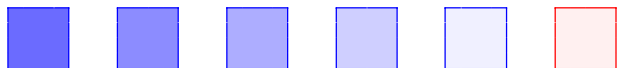


Поперечные силы Q_y (минимальные значения) [кН/м]
 $M = 1 : 40$



Все значения умножены на 0.1

-24.6 -20.0 -15.0 -10.0 -5.0 0.0 6.2



Опорные реакции
(по отрезкам)

№ плиты	Сторона	a [м]	l [м]	max q [кН/м]	min q [кН/м]
1	Нижняя	0.00	3.00	22.73	10.58
	Верхняя	0.00	3.00	32.39	15.49
	Левая	0.00	3.00	17.93	8.48
2	Нижняя	0.00	3.00	15.26	6.52
	Правая	0.00	3.00	15.25	6.52
3	Правая	0.00	3.00	22.73	10.58
	Верхняя	0.00	3.00	17.93	8.48

Левая 0.00 3.00 32.39 15.49

Опорные реакции
колонн

№	max Q [кН]	min Q [кН]	max Mx [кНм]	min Mx [кНм]	max My [кНм]	min My [кНм]
1	95.86	45.85	0.46	0.19	0.47	0.19

Расчётные моменты

Существенные
сочетания усилий

№ сочетания	№ нагрузки	Коэффициент	Нагружение	пролётов
1	1	1.10	+++	
	2	1.20	++-	
2	1	1.10	+++	
	2	1.20	+++	
3	1	1.10	+++	
	2	1.20	-++	

Расчётные моменты
для определения
нижней арматуры

№ плиты	Н	№ сочет.	М [кНм/м]	Соответствующие моменты		
				Mx [кНм/м]	My [кНм/м]	Mxy [кНм/м]
1	X	1	13.77	3.17	15.86	-10.59
	Y	2	27.38	3.53	17.64	-9.74
2	X	2	13.75	11.09	2.48	-2.66
	Y	2	13.73	2.40	11.04	-2.69
3	X	2	27.38	17.64	3.53	-9.74
	Y	3	13.77	15.86	3.17	-10.60

Расчётные моменты
для верхней арм.
по сторонам плит

№ плиты	Сторона	Н	№ соч.	М [кНм/м]	Соответствующие моменты		
					Mx [кНм/м]	My [кНм/м]	Mxy [кНм/м]
1	Нижняя	X	1	-9.35	0.00	0.00	-9.35
		Y	1	-9.35	0.00	0.00	-9.35
	Правая	X	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
		Y	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
	Верхняя	X	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
		Y	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
	Левая	X	1	-9.35	0.00	0.00	-9.35
		Y	1	-9.35	0.00	0.00	-9.35
2	Нижняя	X	2	-4.30	0.00	0.00	4.30
		Y	2	-4.30	0.00	0.00	4.30
	Правая	X	2	-4.30	0.00	0.00	4.30
		Y	2	-4.30	0.00	0.00	4.30
	Верхняя	X	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
		Y	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
	Левая	X	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
		Y	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
3	Нижняя	X	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
		Y	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
	Правая	X	3	-9.35	0.00	0.00	-9.35
		Y	3	-9.35	0.00	0.00	-9.35
	Верхняя	X	3	-9.35	0.00	0.00	-9.35
		Y	3	-9.35	0.00	0.00	-9.35
	Левая	X	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62
		Y	2	-74.01	-68.39	-68.39	-5.62

Расчётные моменты
для верхней арм.
над колоннами

№ колонны	Н	№ сочет.	М [кНм/м]	Соответствующие моменты		
				Мх [кНм/м]	Му [кНм/м]	Мху [кНм/м]
1	X	2	-12.83	-9.77	-9.79	-3.06
	Y	2	-12.85	-9.77	-9.79	-3.06

Расчёт по прочности

Коэффициент

согласно СП 63.13330.2018 Бет. и железоб. констр.
надежности по ответственности сооружения $\gamma_n = 1.00$

Бетон класса

B 30

Определение продольной арматуры

Продольная арматура класса

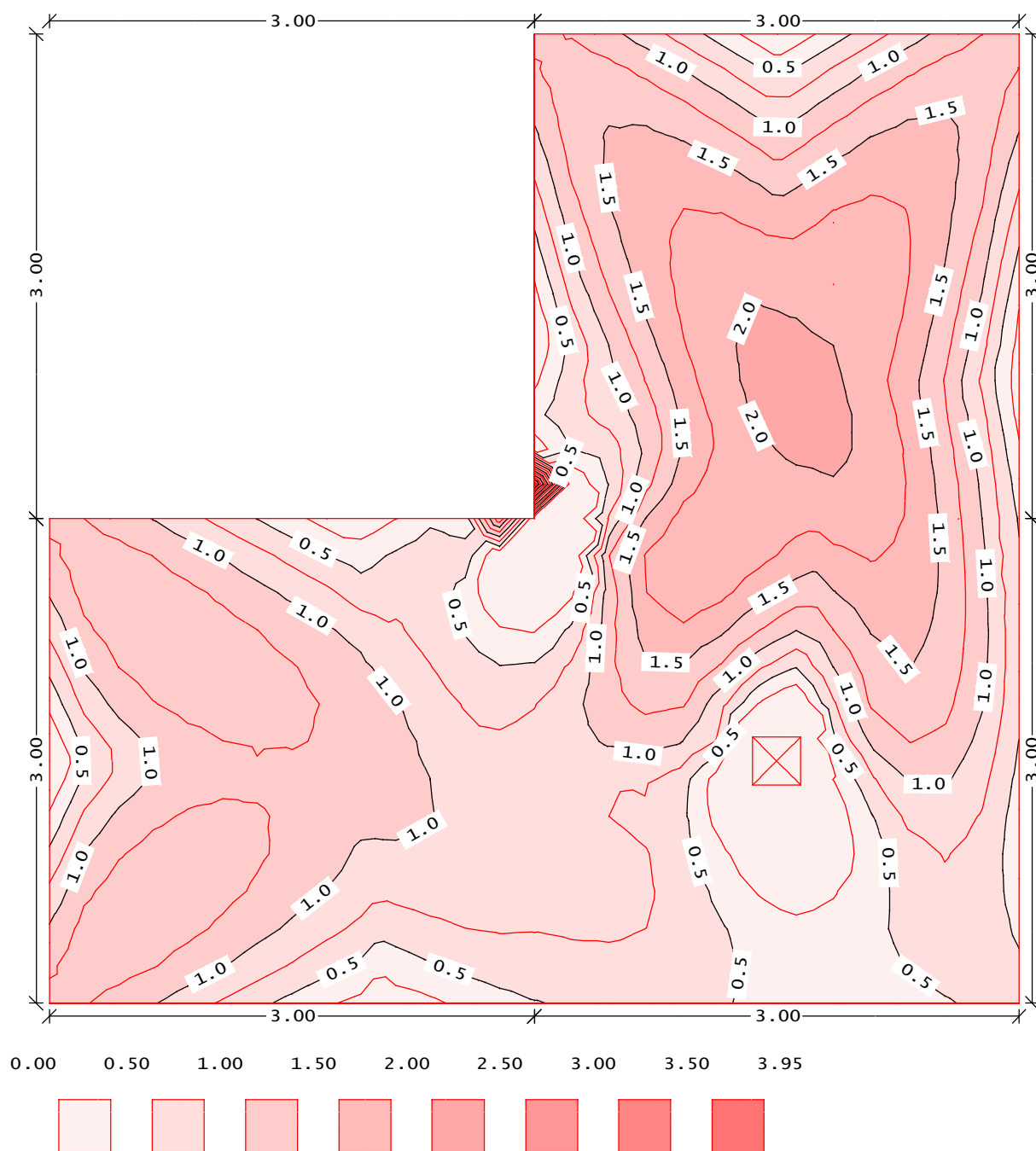
A 500

Расстояния до ц.т.
продольной арматуры

№ плиты	Нижняя арматура		Верхняя арматура	
	ах[см]	ау[см]	ах[см]	ау[см]
1	3.5	3.5	3.5	3.5
2	3.5	3.5	3.5	3.5
3	3.5	3.5	3.5	3.5

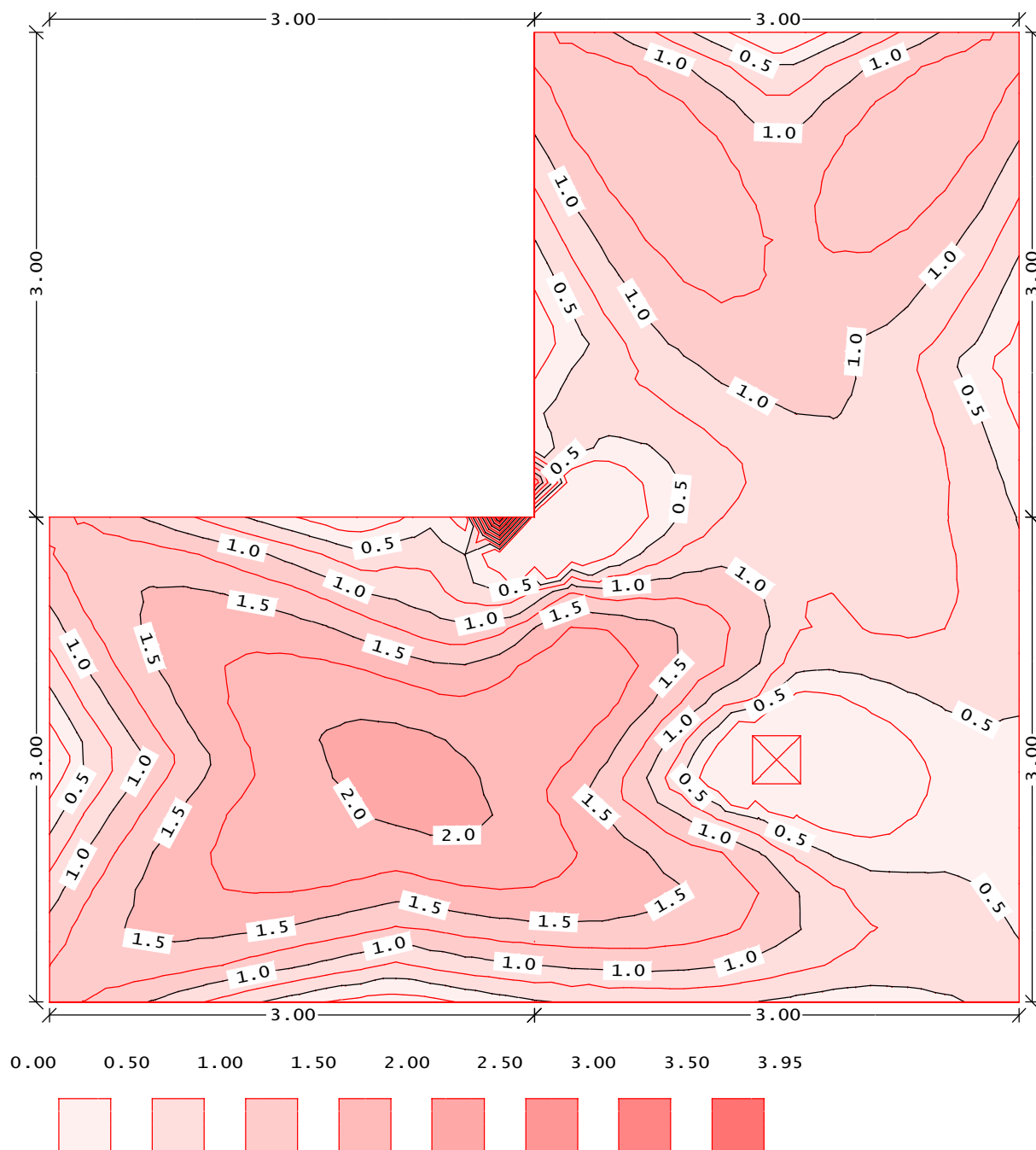
Нижняя арматура A_{sx} [см²/м]

М = 1 : 40



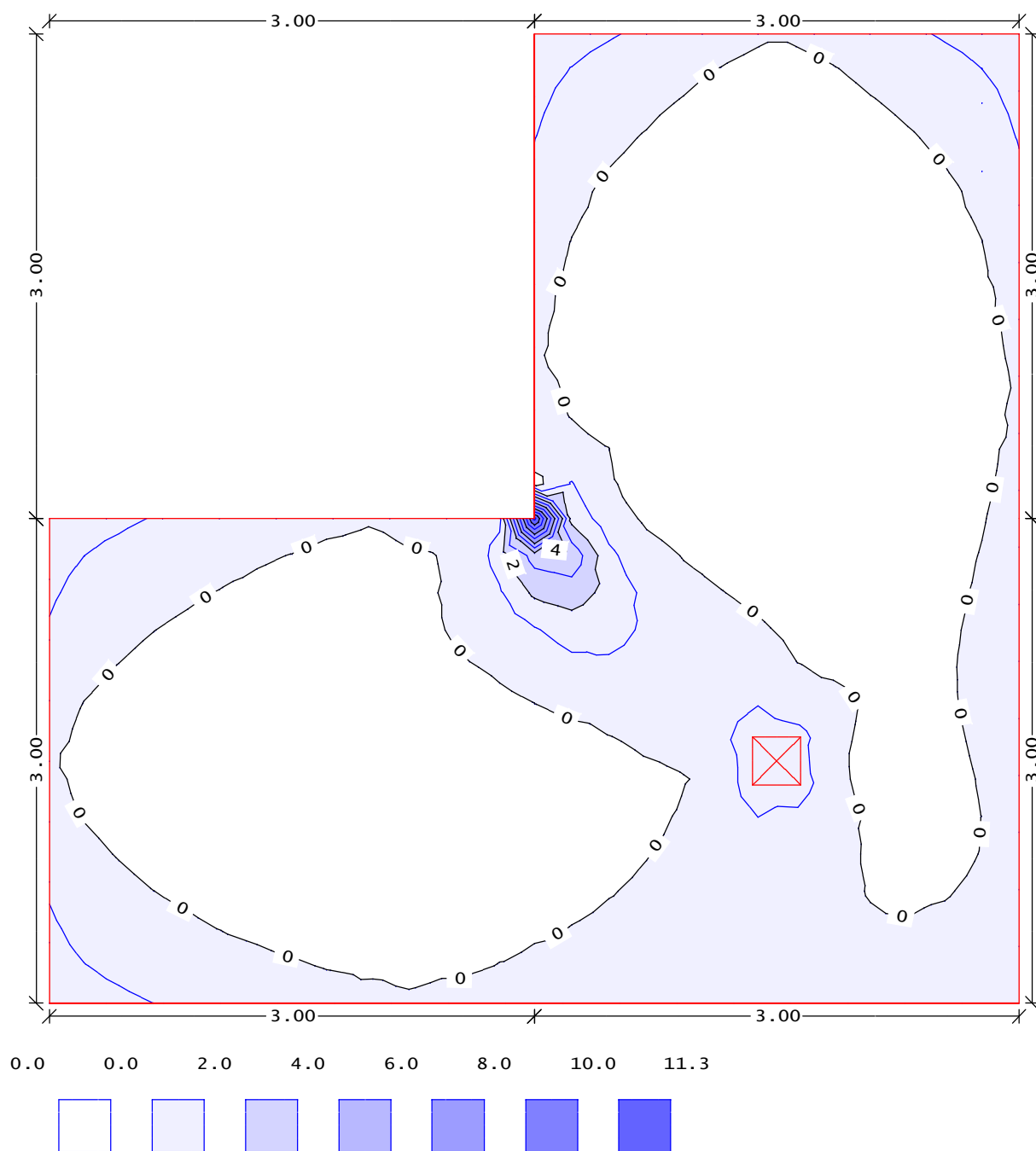
Нижняя арматура A_{sy} [см²/м]

М = 1 : 40



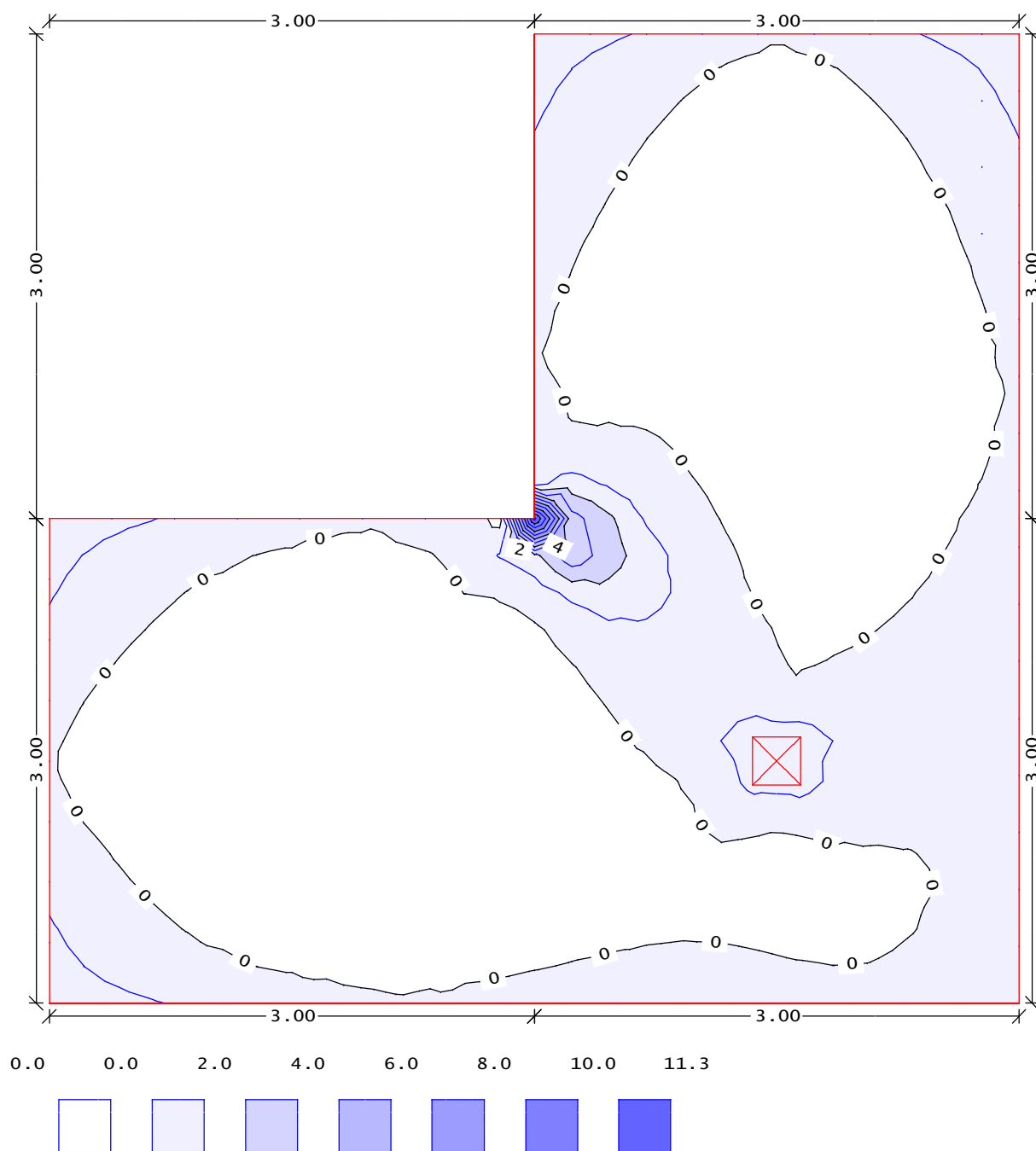
Верхняя арматура A_{sx} [см²/м]

М = 1 : 40



Верхняя арматура A_{sy} [см²/м]

М = 1 : 40



Нижняя арматура

№	Мх	Аsx	My	Asy
плиты	[кНм/м]	[см ² /м]	[кНм/м]	[см ² /м]
1	13.77	1.96	27.38	3.95
2	13.75	1.96	13.73	1.95
3	27.38	3.95	13.77	1.96

Верхняя арматура
по сторонам плит

№ плиты	Сторона	M _x [кНм/м]	A _{sx} [см ² /м]	M _y [кНм/м]	A _{sy} [см ² /м]
1	Нижняя	-9.35	1.32	-9.35	1.32
	Правая	-74.01	11.35	-74.01	11.35
	Верхняя	-74.01	11.35	-74.01	11.35
	Левая	-9.35	1.32	-9.35	1.32
2	Нижняя	-4.30	0.60	-4.30	0.60
	Правая	-4.30	0.60	-4.30	0.60
	Верхняя	-74.01	11.35	-74.01	11.35
	Левая	-74.01	11.35	-74.01	11.35
3	Нижняя	-74.01	11.35	-74.01	11.35
	Правая	-9.35	1.32	-9.35	1.32
	Верхняя	-9.35	1.32	-9.35	1.32
	Левая	-74.01	11.35	-74.01	11.35

Верхняя арматура
над колоннами

№ колонны	M _x [кНм/м]	A _{sx} [см ² /м]	M _y [кНм/м]	A _{sy} [см ² /м]
1	-12.83	1.82	-12.85	1.83

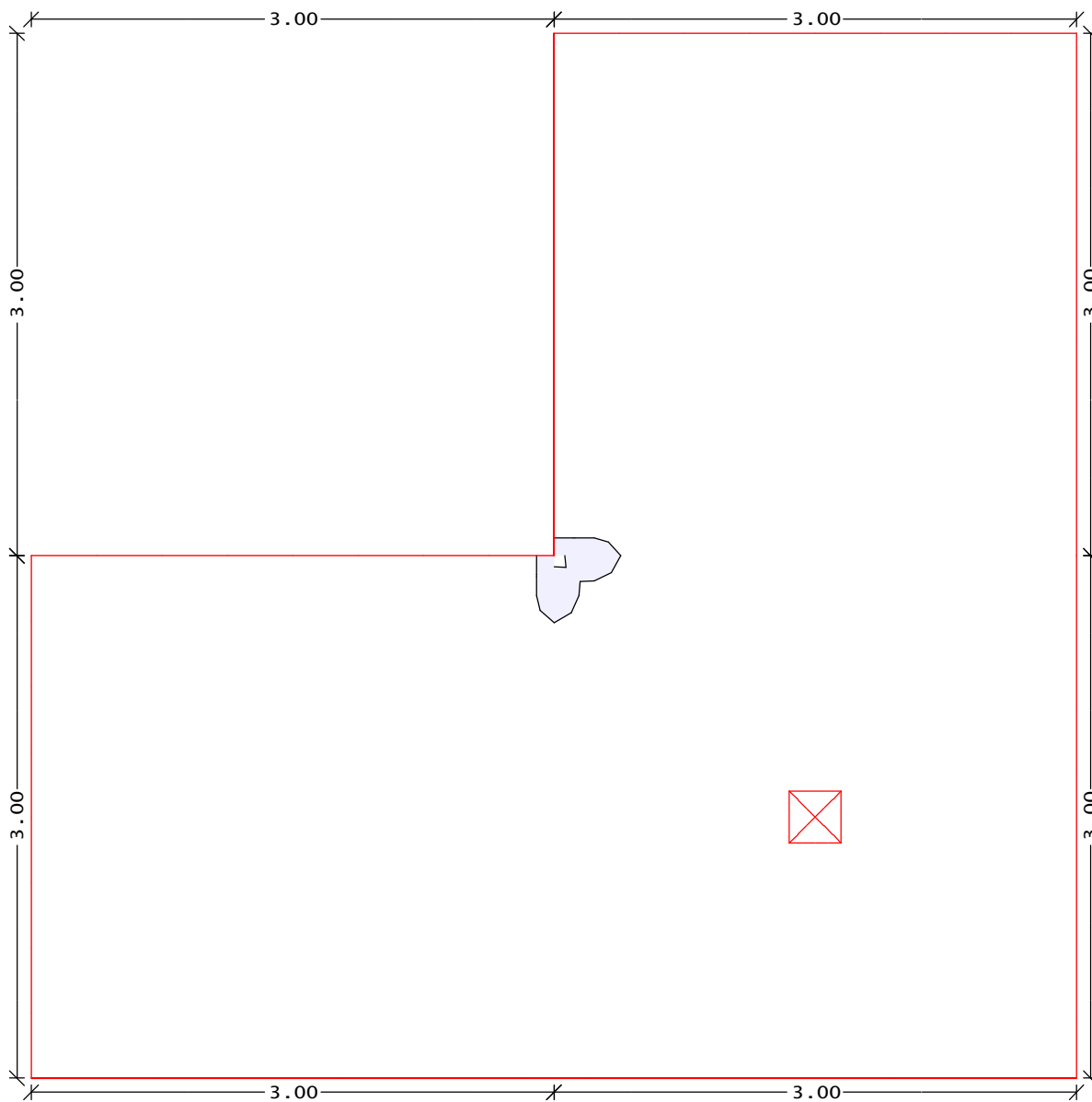
Определение поперечной арматуры

Поперечная арматура класса

A 240

Поперечная арматура A_{sw} [см²/м²]

M = 1 : 40



0.0 16.9 Q>Qmax



Поперечная арматура по сторонам плит

№ плиты	Сторона	a [м]	l [м]	Q [кН/м]	Qb [кН/м]	Qmax [кН/м]	Asw [см ² /м ²]
1	Нижняя	0.00	3.00	11.6	142.6	841.5	0.00
	Правая	0.00	2.59	106.6	106.8	841.5	0.00
		2.59	0.41	198.2	142.6	841.5	16.91*
	Верхняя	0.00	2.92	142.0	142.6	841.5	0.00
		2.92	0.08	198.2	142.6	841.5	16.91*
2	Левая	0.00	3.00	11.6	142.6	841.5	0.00
	Нижняя	0.00	3.00	19.2	142.6	841.5	0.00
	Правая	0.00	3.00	7.8	142.6	841.5	0.00
		0.00	0.00	121.6	142.6	841.5	0.00
	Верхняя	0.00	0.41	198.8	142.6	841.5	16.91*
		0.41	2.59	106.2	106.4	841.5	0.00
		0.00	2.59	106.6	106.8	841.5	0.00
		2.59	0.41	198.2	142.6	841.5	16.91*
3	Левая	3.00	0.00	121.5	142.6	841.5	0.00
		0.00	0.41	198.8	142.6	841.5	16.91*
	Нижняя	0.00	0.41	198.8	142.6	841.5	16.91*
		0.41	2.59	106.2	106.4	841.5	0.00
	Правая	0.00	3.00	19.3	142.6	841.5	0.00
		0.00	3.00	10.9	142.6	841.5	0.00
	Верхняя	0.00	3.00	10.9	142.6	841.5	0.00
		0.00	0.08	198.8	142.6	841.5	16.91*
	Левая	0.00	0.08	198.8	142.6	841.5	16.91*
		0.08	2.92	142.2	142.6	841.5	0.00

* - минимальная арматура

Поперечная арматура над колоннами

№	c [м]	Q [кН/м]	Qmin [кН/м]	Qmax [кН/м]	Asw [см ² /м ²]
1	0.33	37.4	142.6	841.5	0.00

c - длина проекции наиболее опасного сечения

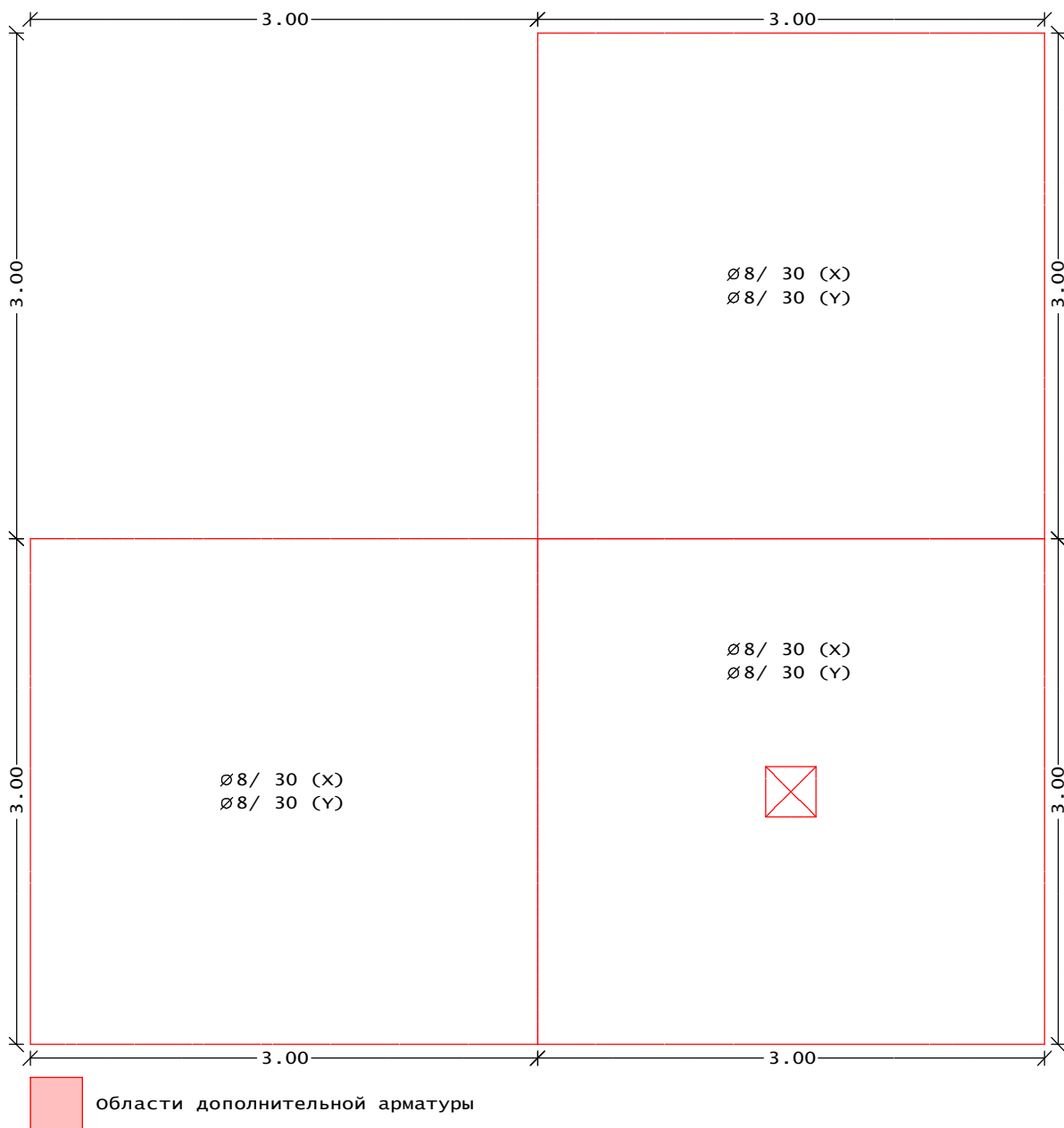
Qmin - несущая способность при отсутствии поперечной арматуры (СНиП 2.03.01-84*, условие 84)

Qmax - максимально допустимая поперечная сила

Конструирование

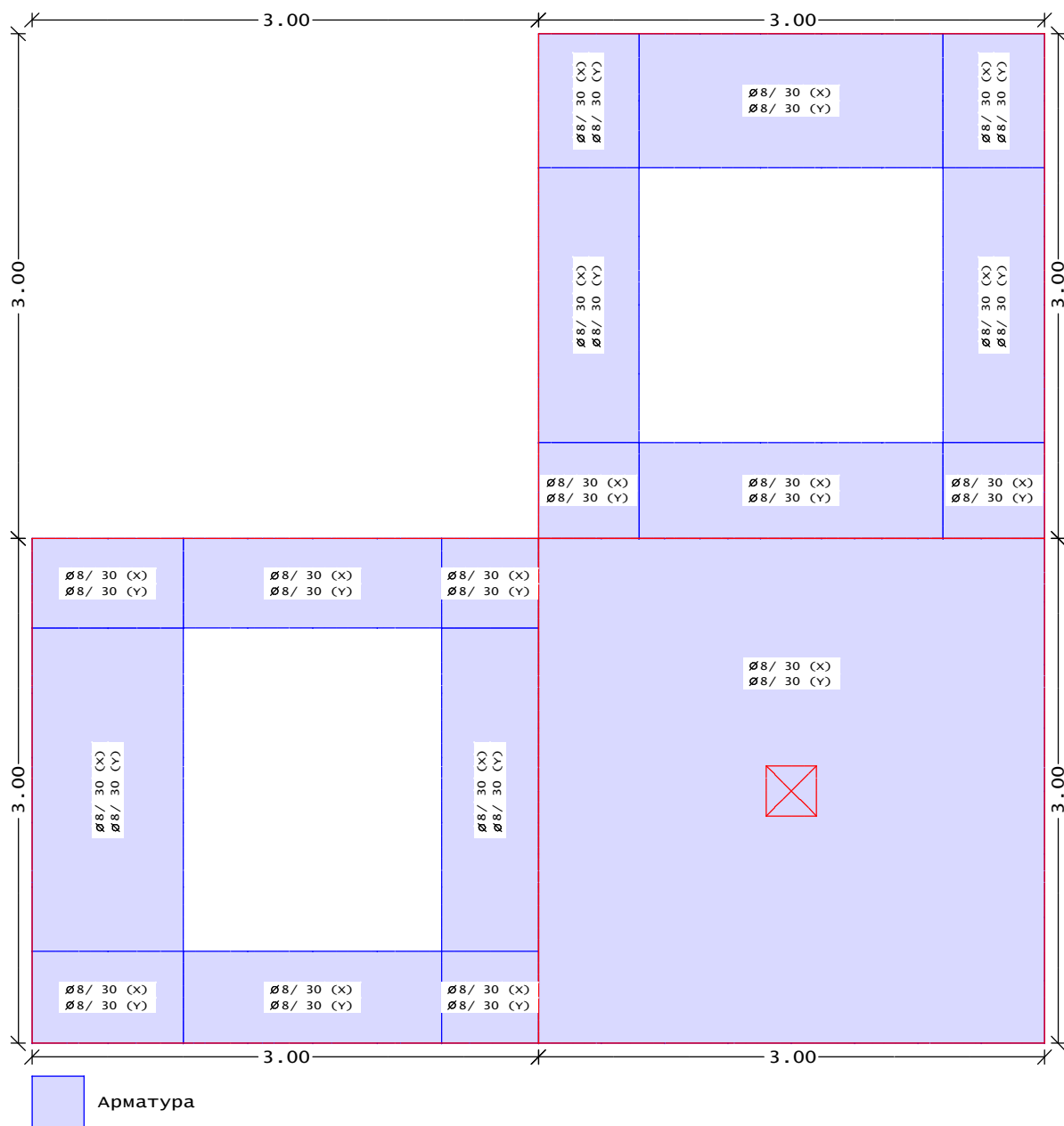
Подобранная нижняя арматура

М = 1 : 40



Подобранная верхняя арматура

М = 1 : 40



Основная нижняя арматура

№ плиты	Н	Требуемая As [см ² /м]	Подобранная		As [см ² /м]
			Диаметр [мм]	Шаг [мм]	
1	X	1.96	8	30	16.76
	Y	3.95	8	30	16.76
2	X	1.96	8	30	16.76
	Y	1.95	8	30	16.76
3	X	3.95	8	30	16.76
	Y	1.96	8	30	16.76

Н - направление

Верхняя арматура

№ плиты	Положение	l [м]	Н	Треб.	Подобранная		
				As [см ² /м]	Диаметр [мм]	Шаг [мм]	As [см ² /м]
1	Снизу	0.5	X	0.86	8	30	16.76
			Y	0.91	8	30	16.76
	Справа	0.6	X	1.79	8	30	16.76
			Y	0.34	8	30	16.76
	Сверху	0.5	X	0.83	8	30	16.76
			Y	0.88	8	30	16.76
	Слева	0.9	X	1.10	8	30	16.76
			Y	1.04	8	30	16.76
	Угол (Н Л)		X	1.32	8	30	16.76
			Y	1.32	8	30	16.76
	Угол (Н П)		X	0.49	8	30	16.76
			Y	0.51	8	30	16.76
	Угол (В Л)		X	1.31	8	30	16.76
			Y	1.31	8	30	16.76
	Угол (В П)		X	11.35	8	30	16.76
			Y	11.35	8	30	16.76
2	Вся плита		X	11.35	8	30	16.76
			Y	11.35	8	30	16.76
3	Снизу	0.6	X	0.16	8	30	16.76
			Y	1.45	8	30	16.76
	Справа	0.6	X	0.98	8	30	16.76
			Y	0.94	8	30	16.76
	Сверху	0.8	X	0.99	8	30	16.76
			Y	1.05	8	30	16.76
	Слева	0.6	X	0.95	8	30	16.76
			Y	0.90	8	30	16.76
	Угол (Н Л)		X	11.35	8	30	16.76
			Y	11.35	8	30	16.76
	Угол (Н П)		X	0.51	8	30	16.76
			Y	0.49	8	30	16.76
	Угол (В Л)		X	1.31	8	30	16.76
			Y	1.31	8	30	16.76
	Угол (В П)		X	1.32	8	30	16.76
			Y	1.32	8	30	16.76

Н - направление

Обозначения :

(Н Л) - снизу-слева, (Н П) - снизу-справа

(В Л) - сверху-слева, (В П) - сверху-справа

Трещиностойкость

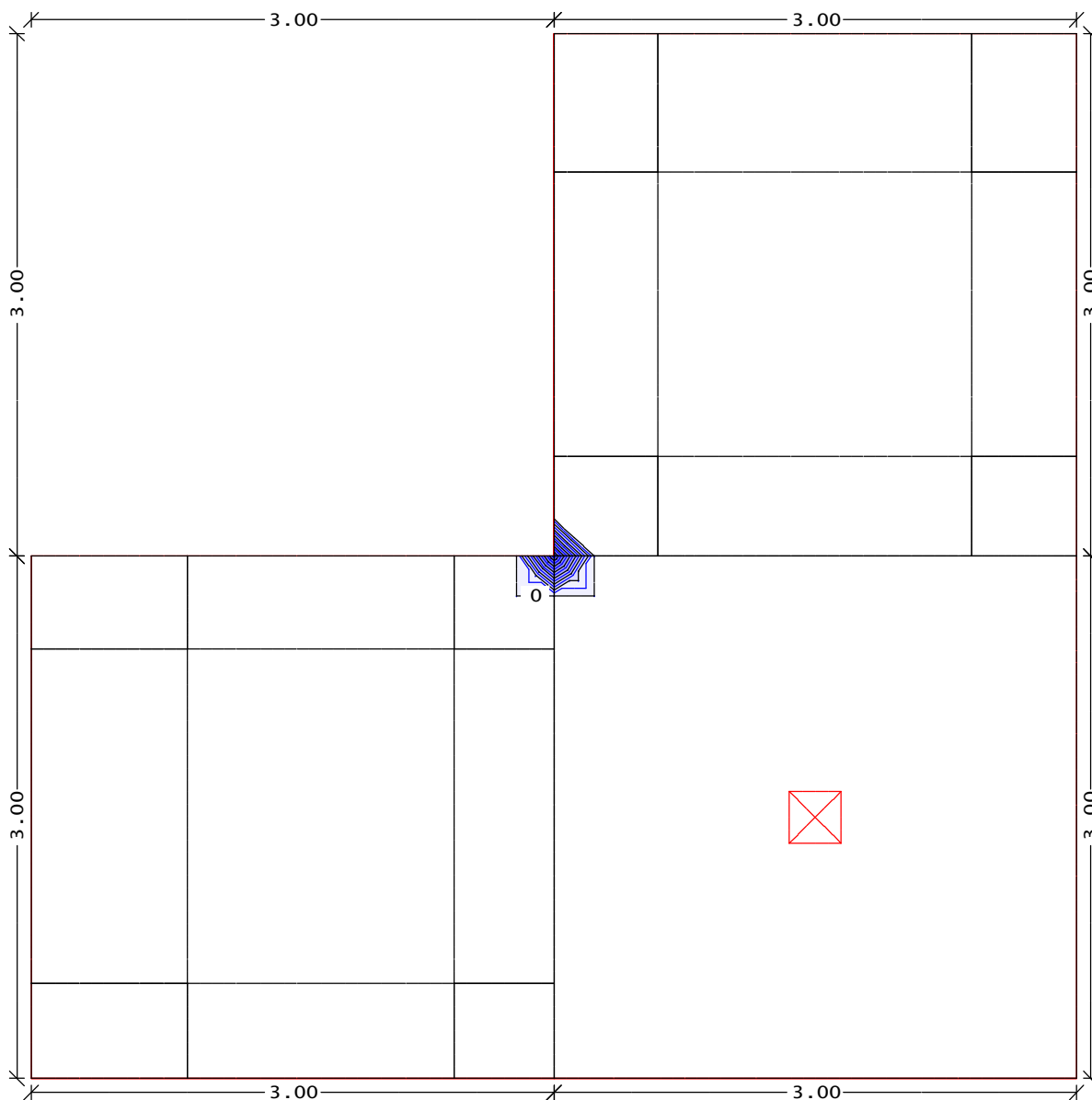
Предельно допустимая ширина раскрытия трещин:

непродолжительное раскрытие $a_{срс1} = 0.40$ мм

продолжительное раскрытие $a_{срс2} = 0.30$ мм

Ширина непродолжительного раскрытия трещин сверху по направл. X [мм]

M = 1 : 40

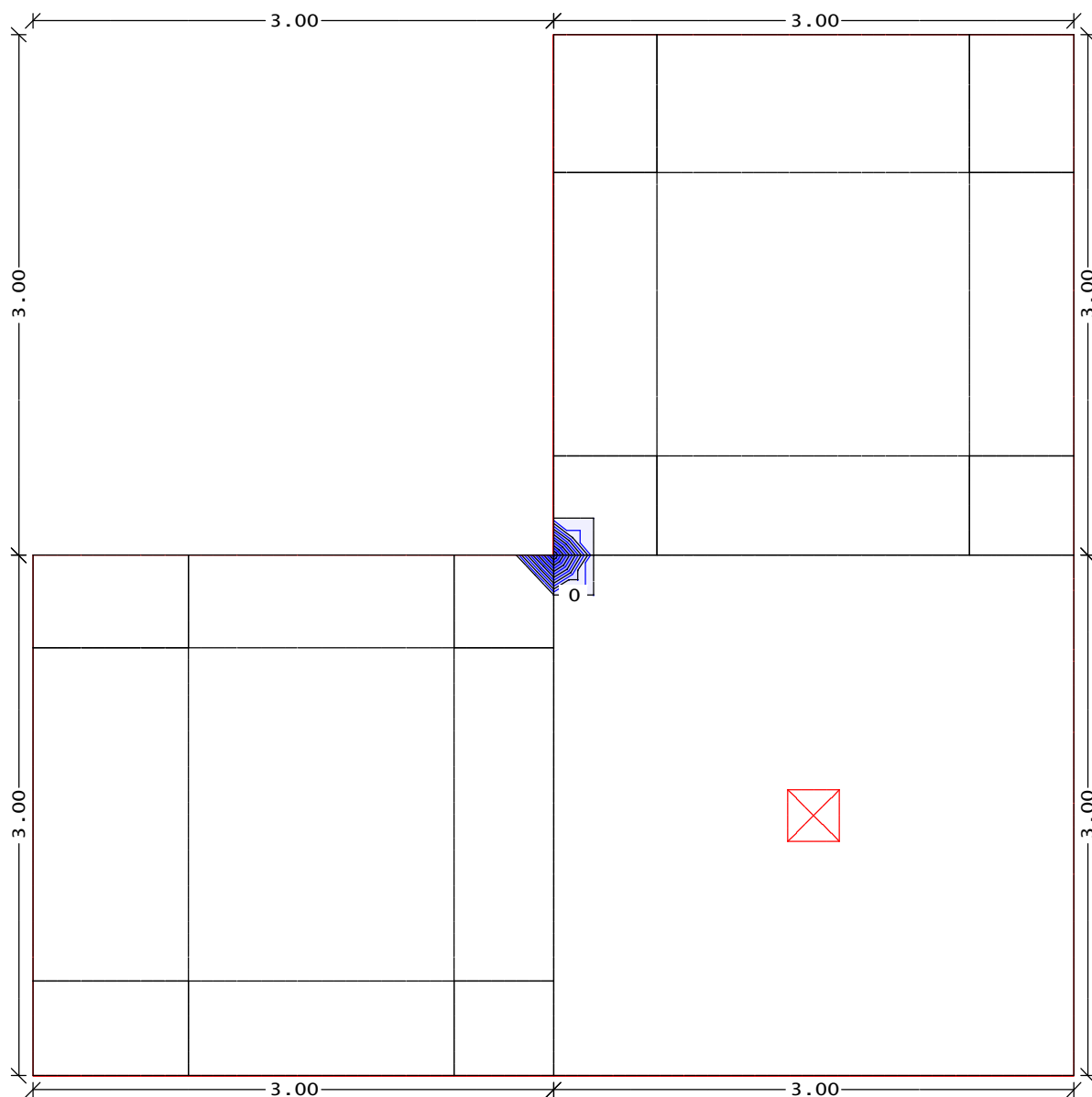


Все значения умножены на 100

0.0 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 13.5



Ширина непродолжительного раскрытия трещин сверху по направл. Y [мм]
М = 1 : 40

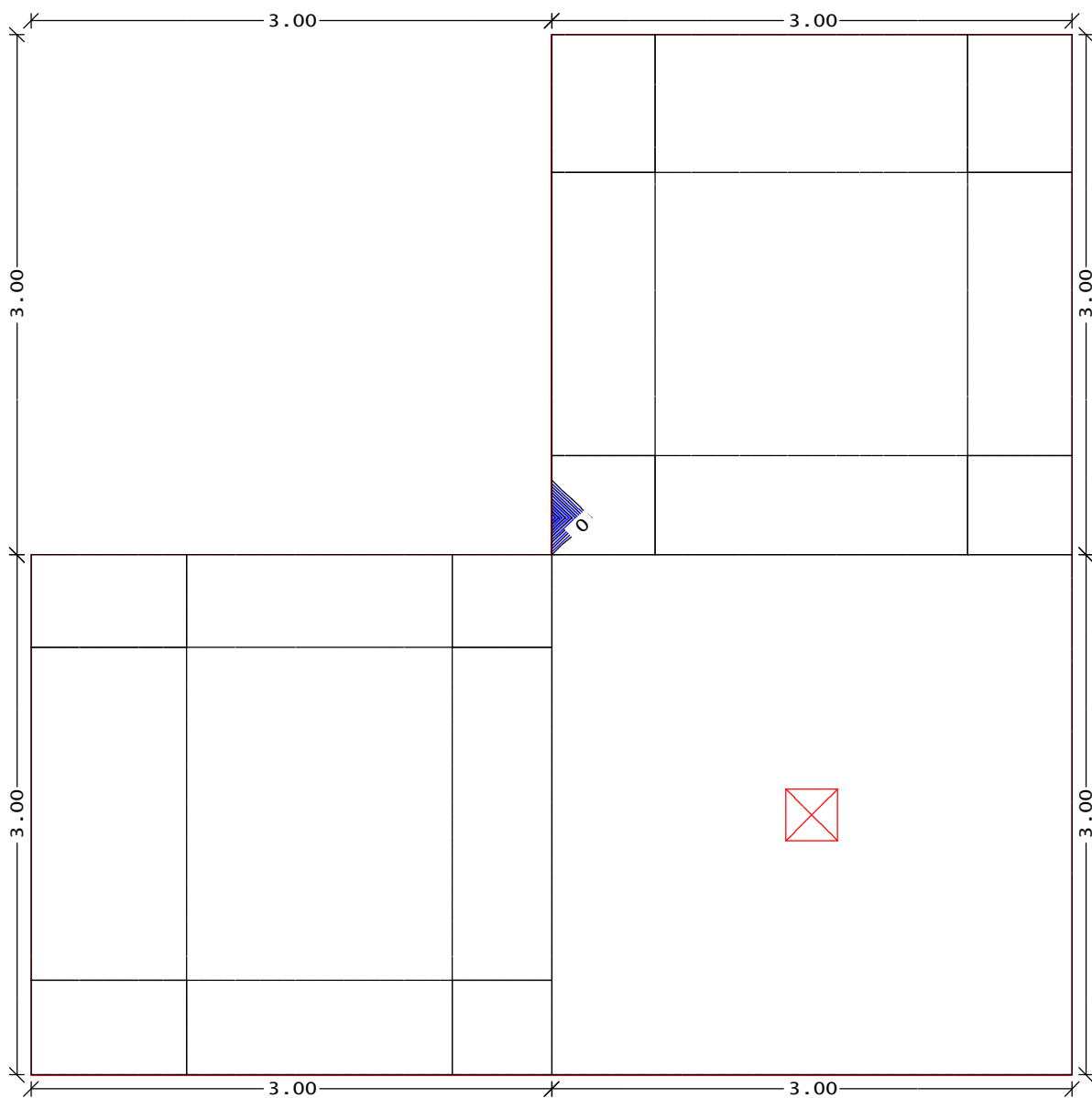


Все значения умножены на 100

0.0 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 13.5



Ширина непродолжительного раскрытия трещин снизу по направл. X [мм]
М = 1 : 40

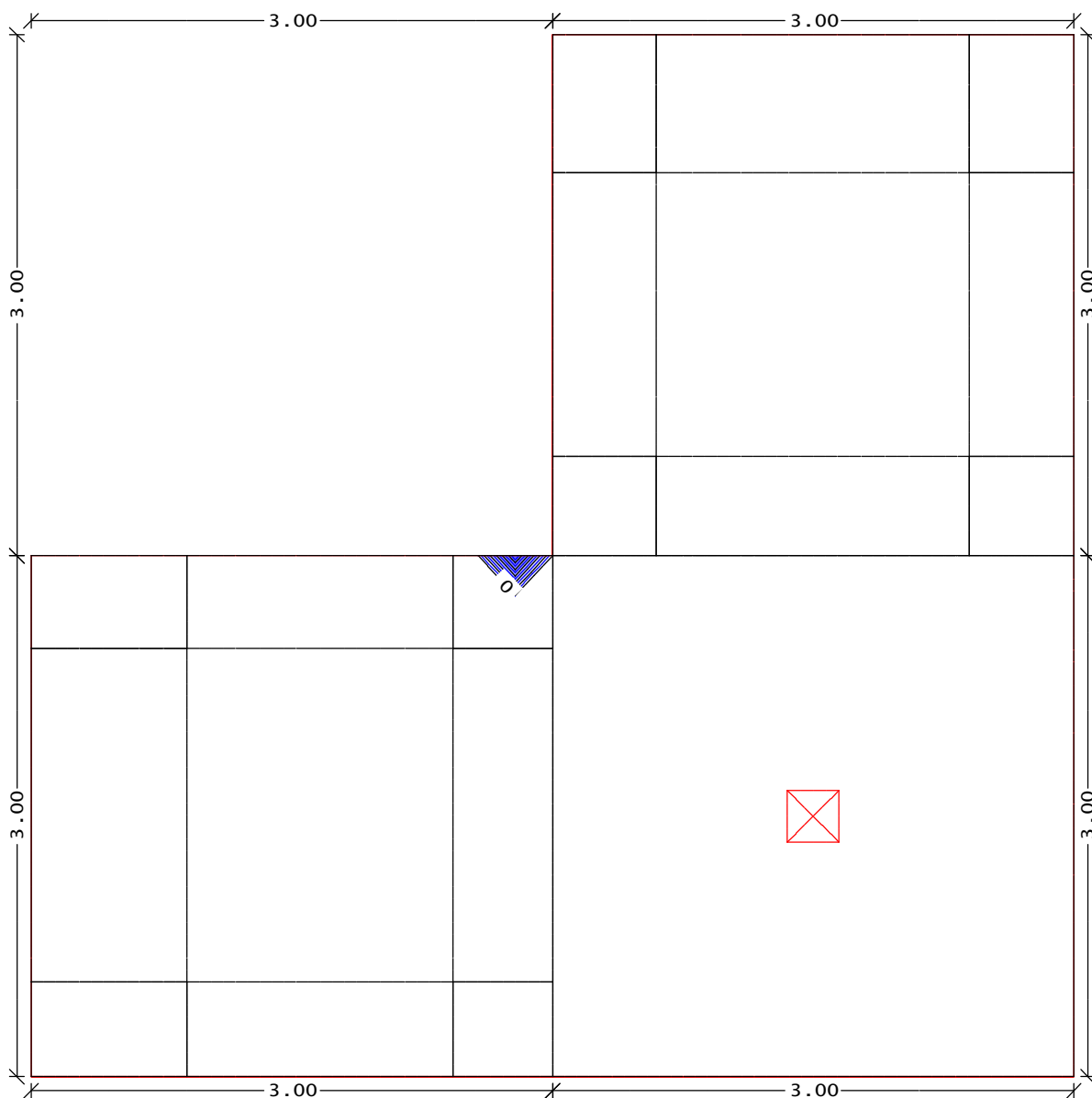


Все значения умножены на 1000

0.0 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.2



Ширина непродолжительного раскрытия трещин снизу по направл. Y [мм]
М = 1 : 40

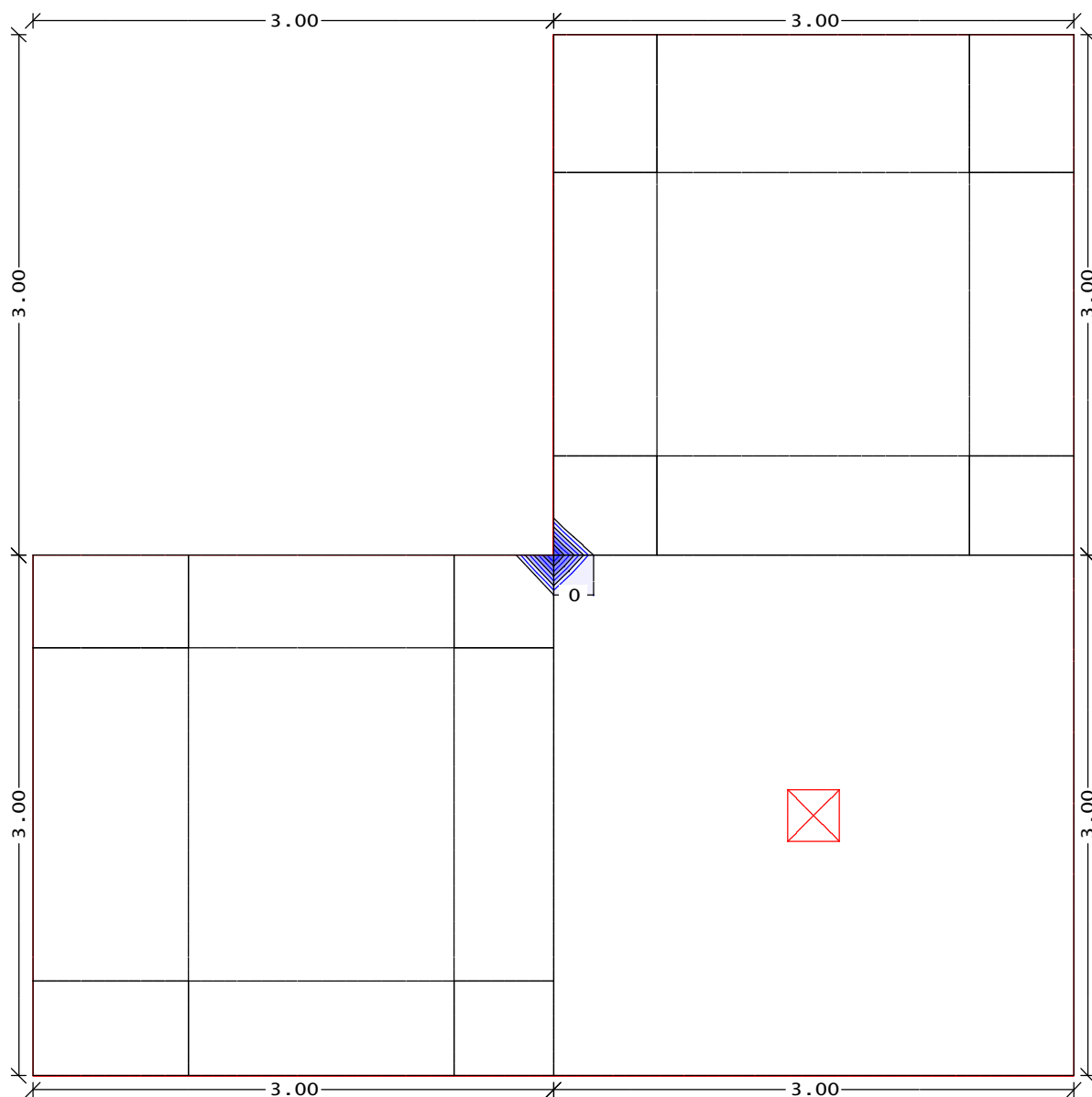


Все значения умножены на 1000

0.0 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.2

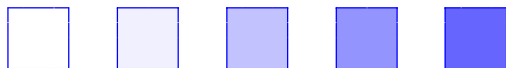


Ширина продолжительного раскрытия трещин сверху по направлению X [мм]
М = 1 : 40

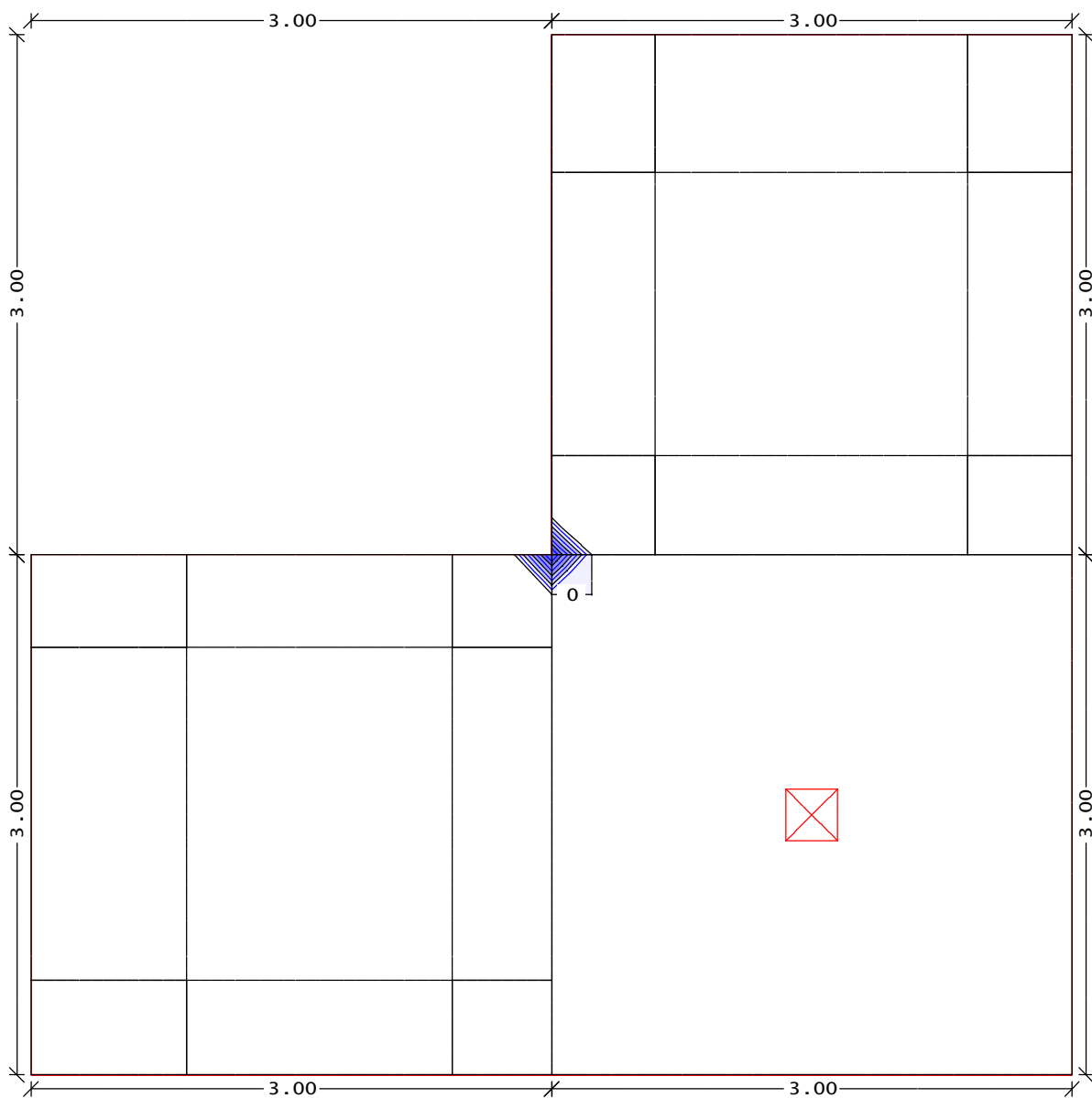


Все значения умножены на 1000

0.0 0.0 20.0 40.0 60.0 83.5

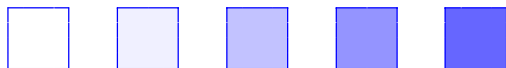


Ширина продолжительного раскрытия трещин сверху по направлению Y [мм]
M = 1 : 40



Все значения умножены на 1000

0.0 0.0 20.0 40.0 60.0 83.5



Раскрытие трещин
снизу

№	H	M	Ml	Mcrc	acrc1	acrc2
плиты		[кНм/м]	[кНм/м]	[кНм/м]	[мм]	[мм]
1	X	8.1	5.4	0.0	0.000	0.000
	Y	23.8	16.1	23.4	0.012	0.000
2	X	3.0	1.8	0.0	0.000	0.000
	Y	2.9	1.7	0.0	0.000	0.000
3	X	23.8	16.1	23.4	0.012	0.000
	Y	4.1	2.3	0.0	0.000	0.000

Раскрытие трещин
сверху

№ плиты	Н	М [кНм/м]	Мl [кНм/м]	Мсрс [кНм/м]	асрс1 [мм]	асрс2 [мм]
1	X	-64.4	-43.4	23.4	0.135	0.083
	Y	-64.4	-43.4	23.4	0.135	0.083
2	X	-64.4	-43.4	23.4	0.135	0.083
	Y	-64.4	-43.4	23.4	0.135	0.083
3	X	-64.4	-43.4	23.4	0.135	0.083
	Y	-64.4	-43.4	23.4	0.135	0.083

Максимальная ширина раскрытия трещин:

непродолжительное раскрытие $a_{срс1} = 0.135$ мм

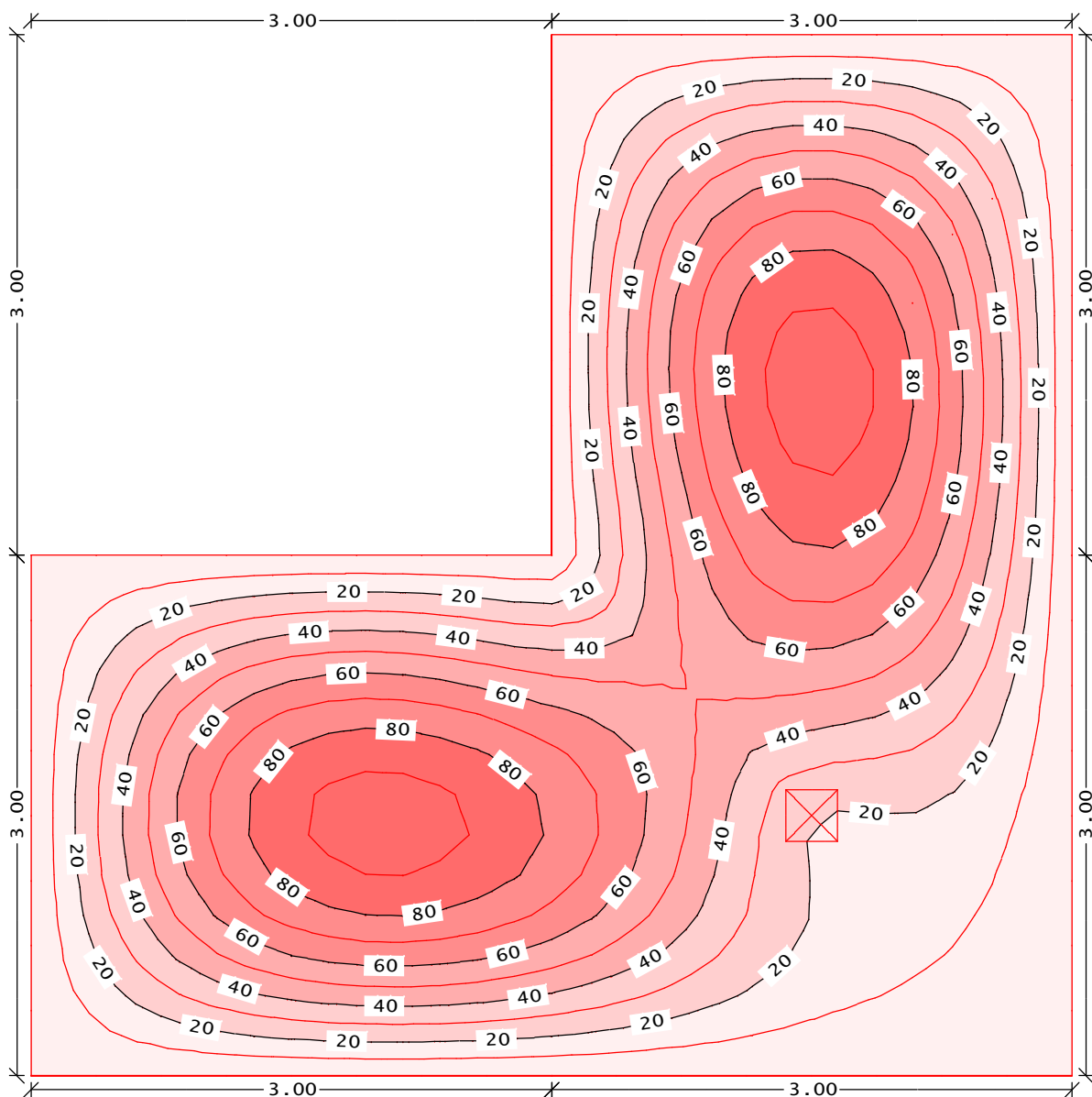
продолжительное раскрытие $a_{срс2} = 0.083$ мм

Трещиностойкость обеспечена

Расчёт по деформациям

Максимальные прогибы [мм]

M = 1 : 40



Все значения умножены на 100

0.0 20.0 40.0 60.0 80.0 94.9



Прогибы

№	Допустимый прогиб	Максимальный прогиб
плиты	[мм]	[мм]
1	20.00	0.95
2	20.00	0.79
3	20.00	0.95

Проверка по деформациям выполняется



Обозн.проект. **Тест всех модулей**

РФ, Москва

Дата **10.03.2021**

Комплекс СТАТИКА 2021.010

Стр.

Позиция

Проект

t200_1

СТАТИКА_2021

Расчет выполнен модулем t200 программы СТАТИКА 2021 © ООО Техсофт